

Pol. Civ.

8. *Æk*

Pol. civ.
g kk

Balling

Ueber das
zur Ventilation von Grubenbauen
erforderliche Luftquantum
im Allgemeinen
und in
Braunkohlengrubenbauen
des
nordwestböhmischen Braunkohlenbeckens im Besonderen.

Von
Karl Balling,
Oberbergverwalter der k. k. priv. Dux-Bodenbacher Eisenbahn.

Teplitz.
Verlag bei Adolf Becker.
1891.



Einleitung.

Bis zum Jahre 1886 fand der Abbau der Braunkohle in kleineren, selten 120 Meter Teufe übersteigenden Tieflagen statt, und konnte die Ventilation solcher Grubenbaue auf natürlichem Wege recht gut erfolgen.

Bloss auf den Kohlenwerken der „Anglobank“ (jetzt „Nordböhmische Braunkohlengesellschaft“) war man trotz der geringeren Tieflage der Grubenbaue gezwungen, die Ventilation mit saugenden Ventilatoren zu bewirken, weil von den zusitzenden Grubenwässern grössere Mengen gasförmiger Kohlensäure ausgeschieden wurden.

Die Ventilation auf natürlichem Wege erwies sich jedoch bei grösseren, 160 Meter übersteigenden Tieflagen der Braunkohlentiefbaue als ungenügend.

Über das für solche Grubenbaue zur Ventilation erforderliche Luftquantum sind die Ansichten verschieden, und wenn auch zum Theile von localen Verhältnissen abhängig, so kann dasselbe dennoch mit einiger Sicherheit in allgemeinen Mittelwerthen, pro Kopf der Belegschaft und pro Grubenlicht, sowie in Bezug auf die Absorption des Sauerstoffes und die Exhalation von Kohlensäure durch das Braunkohlenflötz, festgestellt werden.

Hinsichtlich anderer Gasentwickelungen, beispielsweise Kohlenwasserstoffe, schwefelige Säure, Ammoniak, Kohlenoxydgase etc., können deren Einwirkungen nur in vereinzelt stehenden Fällen einer Beachtung unterzogen werden, weil Kohlenwasserstoffe selten und in geringen Mengen zumeist bloss bei

neuen Aufschlüssen vorkommen, schwefelige Säure, Ammoniak und Kohlenoxydgase nur bei Zersetzungen und Flötzbränden entwickelt werden. Diese Gasarten erscheinen schon in Betracht ihres seltenen Vorkommens darum gegenstandslos, weil zur Erhaltung einer gesunden, höchstens $\frac{0.9}{1000}$ vom Volumen Kohlensäure enthaltenden Grubenluft ohnehin verhältnismässig grosse Ventilationsluftmengen in die Grubenbaue eingeleitet werden müssen. (Siehe Absatz IV.) Ausserdem erfordert die Herabsetzung der durch die Arbeiter und Grubenlichter gesteigerten Grubenlufttemperatur eine bedeutende Vermehrung des Ventilationsluftquantums (siehe Absatz V), durch welche die gesundheitsschädliche Einwirkung solcher zeitweilig vorkommenden Gasarten behoben wird.

Verbreitet ist auch die Ansicht, dass die in tieferen Grubenbauen vorherrschend höhere Temperatur der Grubenluft durch Zuleitung verhältnismässig grösserer Quantitäten atmosphärischer Luft wesentlich herabgesetzt zu werden vermag. Diese Ansicht ist, wie ich im Absatze V dieser Abhandlung nachweisen werde, nur theilweise richtig und zumeist darauf zurückzuführen, dass dort, wo diese Wahrnehmung nach bewerkstelligter Einleitung grösserer Quantitäten atmosphärischer Luft gemacht wurde, vordem eine unzulängliche Ventilation überhaupt stattgefunden hat.

Bevor ich auf die Bestimmung des zur Ventilation von Braunkohlengrubenbauen erforderlichen Luftquantums eingehe, erlaube ich mir, mehrere hinsichtlich der Ventilation bekannte Anschauungen in Erinnerung zu bringen.

Alle Autoren nehmen für die Bestimmung des zur Ventilation erforderlichen Luftquantums als Grundlage an, nicht nur den zum Lebensprocess der Arbeiter und der Beleuchtung erforderlichen Sauerstoff in die Grubenbaue einzuleiten,

sondern auch dem Luftkubus in den Grubenbauen stetig eine so grosse Menge atmosphärischer Luft zuzuführen, damit das Mischungsverhältnis der in den Grubenbauen sich bildenden gesundheitsschädlichen und gefahrbringenden Gasarten mit der atmosphärischen Luft auf ein unschädliches und ungefährliches Minimum herabgesetzt werde.

Die erforderliche Menge Sauerstoffes für den Lebensprocess der Arbeiter und der Sauerstoffverbrauch des Geleuchtes, sowie die durch Menschen, Arbeitsthierc nebst dem Geleuchte producirtc Kohlensäure kann ermittelt, die durch das Braunkohlenflötz bewirkte Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexhalation angenähert festgestellt, hieraus die Menge der in die Grubenbaue einzuleitenden atmosphärischen Luft berechnet werden. Hingegen kann die Menge der atmosphärischen Luft, welche zur Beseitigung der gesundheitsschädlichen Einwirkung anderer, selten vorkommender Gasarten in die Grubenbaue einzuleiten ist, bloss insoweit festgestellt werden, als das Quantum dieser Gasentwickelungen ermittelt werden kann.

Hinsichtlich der Sauerstoffmenge, welche für den Lebensprocess der Arbeiter und die Erhaltung des Grubenlichtes erforderlich ist, sind die bisher veröffentlichten Angaben sehr allgemein gehalten und verschieden. So zum Beispiel bestimmt „Pfähler“ für die königliche Steinkohlengrube „Sulzbach-Altenwald“ bei Saarbrücken die Menge der in die Grubenbaue einzuleitenden atmosphärischen Luft pro Kopf und Licht eines Bergmannes in der Stunde mit 60.567 Kubikmeter, wobei er für jeden Mann in der Sekunde nach „Pettenkofer“ 16.74 Liter, oder pro Minute 1.0044 Kubikmeter annimmt. Da nach „Ch. Combes“ und nach „A. T. Ponson“ ein Mensch pro Minute 0.01312 Kubikmeter atmosphärische Luft überhaupt einathmet und beide Autoren dieser Annahme einen in Bewegung und in Thätigkeit befindlichen Arbeiter zu Grunde gelegt

haben dürften, so wäre nach „Pfähler“ die Menge der für die Arbeiter in die Grubenbaue einzuleitenden Luft nahezu 76 mal so gross, als der für den Athmungsprozess des Arbeiters erforderliche Bedarf an atmosphärischer Luft.

Für ein Licht des Bergmannes nimmt „Pfähler“ den Bedarf an atmosphärischer Luft pro Minute mit 0.005265 Kubikmeter an, ohne dabei den Oelverbrauch und die Beschaffenheit der Grubenlampen anzugeben.

„E. J. Noeggerath“¹⁾ berechnet das zur Ventilation der Grubenbaue erforderliche Luftquantum für einen Bergarbeiter nach Angaben von „Valentin“ mit 0.00807056 Kubikmeter pro Minute und nimmt die einzuleitende Luft, als mit Wassergas gesättigt, bei einem Barometerstande von 760 Millimeter mit der Temperatur von plus 15 Grad Celsius an, was mit den Angaben „Weisbach's“ nahezu übereinstimmt.

Für ein Grubenlicht berechnet „Noeggerath“ bei einem stündlichen Verbrauch von 20 Gramm Rapsöl den Bedarf an atmosphärischer Luft pro Minute mit 0.0032903 Kubikmeter.

Für einen Bergmann sammt seinem Geleuchte bestimmt derselbe daher den Luftbedarf pro Stunde mit 0.681652 Kubikmeter und nimmt diesen Bedarf wegen der im geschlossenen Raume stattfindenden Ausdünstungen, sowie wegen der sich sammelnden Produkte des Athmungs- und Verbrennungsprocesses fünfzehnfach, mithin mit 10.22458 Kubikmeter, an, was etwa dem sechsten Theile desjenigen Luftquantums entspricht, welches „Pfähler“ annimmt. Hieraus ergibt sich, dass „Noeggerath“ den thatsächlichen Luftbedarf für den Athmungsprocess des Menschen und jenen für die Beleuchtung ermittelt, für die Verminderung des Kohlensäuregehaltes in der einzuathmenden Grubenluft auf ein für die Gesundheit unschädliches Minimum den 14fachen Luftbedarf, welchen

¹⁾ „Berg- und Hüttenmännische Zeitung. Jahrgang 1861.“

der Mensch benöthigt und die Beleuchtung erfordert, hinzurechnet, ohne für diesen Zuschlag einen begründeten Nachweis zu liefern.

„Von Rohr“ gibt den Verbrauch an atmosphärischer Luft für einen Bergarbeiter mit 3 bis $4\frac{1}{2}$ Kubikmeter pro Minute, beziehungsweise mit 180 bis 270 Kubikmeter in der Stunde, an. Gegenüber den Angaben „Pfähler's“ wäre dies drei- bis viereinhalbmal so viel.

„Pettenkofer“ stellt zur theoretischen Ermittlung der nöthigen Luftquantitäten in geschlossenem Raume die Bedingung, dass „die Menge der zuzuführenden frischen Luft die Menge der ausgeathmeten Luft soviel Mal übertreffe, als der Kohlensäuregehalt der letzteren grösser ist als die Differenz zwischen dem Kohlensäuregehalt der freien Luft und dem einer Luft, in welcher man sich wohl fühlt. Letztere ist mit 0.07 Percent Kohlensäuregehalt ermittelt worden, während die ausgeathmete Luft 4 Percent, statt 0.04 respective 0.05 der eingeathmeten enthält.“

Nach dieser Theorie ergibt sich, dass zur guten Ventilation an atmosphärischer Luft das $\frac{4}{0.07-0.05} = 200$ fache des ausgeathmeten Luftquantums zugeleitet werden soll.

Pettenkofer erklärt ferner, dass die Grenze des in der Ventilationsluft zulässigen Kohlensäuregehaltes mit $\frac{1}{1000}$ vom Volumen erreicht ist.

Belgische Ingenieure nehmen für Steinkohlengruben mit schlagenden Wetter den Ventilationsbedarf an atmosphärischer Luft per Kopf der Belegschaft in der Minute mit 1.8 bis 3.6 Kubikmetern an.

Im Staate Pennsylvanien ist als Minimum das pro einen

Arbeiter in der Minute in die Grubenbaue einzuleitende Luftquantum mit 2.0394 Kubikmetern gesetzlich vorgeschrieben.

Auf der Grube „Camphausen“ bei Saarbrücken wurden laut dem amtlichen Berichte des Staatsanzeigers vom 18. März 1885 pro Arbeiter 4.5 Kubikmeter frischer Wetter in der Minute den Grubenbauen zugeleitet.

In den Graf Wilczek'schen Gruben in Ostrau werden angeblich pro Arbeiter und Minute 6 Kubikmeter matter Wetter aus den Grubenbauen angesaugt.

Die vorstehend für die Grube „Camphausen“ und jene des Grafen Wilczek angegebenen Ventilationsluftmengen sind allerdings grössere, was nur in dem Umstand der häufigen Entwicklung von Schlagwettern in diesen Grubenbauen seine Begründung findet.

Laut der Bergpolizeiverordnung vom 1. August 1887 im Bezirke des königl. Oberbergamtes Bonn sind pro Arbeiter und Minute 2 Kubikmeter als das minimale Ventilationsluftquantum vorgeschrieben.

Im Ruhrbecken wird mit einem geringsten Ventilationsluftquantum von 1.712 Kubikmeter pro Arbeiter und Minute in Grubenbauen mit schlagenden Wettern, dagegen bei Nichtvorhandensein derselben mit bloss 0.4 Kubikmeter gerechnet.

Ausgiebige Ventilationen von Grubenbauen habe ich auf mehreren Kohlenwerken Englands bereits im Jahre 1874 vorgefunden. So zum Beispiel wurden dazumal auf der Hetton-Grube in Northumberland pro Minute nahezu 7000 Kubikmeter Wetter aus den Bauen gesaugt. In seltenen Fällen fand ich Leistungen unter 5000 Kubikmeter pro Minute. Allerdings stehen diesen Ventilationsmengen entsprechende Grubenausdehnungen und grössere Mengen an Kohlenwasserstoffentwickelungen gegenüber.

Neuerer Zeit werden allgemein in Grubenbauen, woselbst schlagende Wetter vorkommen, verhältnismässig grosse Mengen

atmosphärischer Luft eingeleitet. Die Wettergeschwindigkeit in diesen Grubenbauen übersteigt 1.25 Meter pro Sekunde, was bei geschlossenen Grubenlampen zulässig ist.

Alle diese Angaben sind nicht so eingehend behandelt, um aus denselben allgemeine, von den sonstigen Grubenverhältnissen unabhängige Bestimmungen ableiten zu können. Auch scheint bei allen citirten Angaben über den Ventilationsluftbedarf der jeweiligen, auf den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft Einfluss übenden Lufttemperatur und Barometerstand zu wenig Beachtung gegeben.

Es ist Thatsache, dass der normal entwickelte und normal beschäftigte Arbeiter zu seiner Erhaltung in allen Fällen ein gewisses Maximum Sauerstoff einathmet, sowie ein gewisses Maximum Kohlensäure ausathmet und ausscheidet. Dieser Maximalbedarf an Sauerstoff und die Maximalproduktion an Kohlensäure kann festgestellt und daher bei allen Berechnungen über das erforderliche Ventilationsluftquantum als ein Normale angenommen werden.

Ebenso kann der Bedarf an Sauerstoff zur Verbrennung des Beleuchtungsmaterials per Gewichtseinheit, die bei dem Verbrennungsprocess erzeugte Kohlensäure, die Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexhalation des Minerals, auf welches gebaut wird, und die bei Anwendung von Sprengstoffen entwickelte Gasmenge ermittelt und für alle vorkommenden Fälle in Rechnung genommen werden.

Endlich kann auch die Menge der von den Menschen und den Grubenflammen an die Umgebung abgegebenen Wärme festgestellt werden.

Wird schliesslich hinsichtlich der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes für die in die Grubenbaue einzuleitende atmosphärische Luft der Barometerstand mit 750 Millimetern und

die Jahresdurchschnittstemperatur mit plus 12.5 Grad Celsius (letztere den hierortigen Verhältnissen entsprechend), angenommen, so erleidet bei einem gegenüber der gestellten Annahme erfolgenden Wechsel des Barometerstandes oder der Lufttemperatur, der Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft für das Resultat der beabsichtigten Berechnungen keine allzu wesentlichen Einfluss übende Veränderung, und kann daher sowohl dieser Barometerstand, als auch die angenommene Lufttemperatur allen Berechnungen über die in der Ventilationsluft enthaltene Sauerstoffmenge als normale zu Grunde gelegt werden, wohingegen bei der Ermittlung des Sauerstoffbedarfes für den Lebensprocess des Menschen überhaupt, die Luft bei Null Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand ihres grösseren Sauerstoffgehaltes wegen in Rechnung zu stellen, sich anempfiehlt.

Es sind daher die wichtigsten Momente gegeben, um eine für alle Fälle passende Bestimmung über das zur Ventilation eines Grubenbaues erforderliche Luftquantum aufstellen zu können, welche Bestimmung eine durch die localen Grubenbauverhältnisse bedingte Correctur zu erfahren haben wird.

Diese Correctur ist abhängig von der Temperatur der eingeleiteten Wetter vor ihrem unmittelbaren Eintritt zu den Arbeitsorten. Ferner ist eine Ergänzung des Ventilationsluftbedarfes für solche Grubenbaue nothwendig, in welchen eine Sauerstoffabsorption und Gasexhalation (in Braunkohlengrubenbauen zumeist Kohlensäureexhalationen) durch das Mineral, auf welches gebaut wird, sowie durch vegetabilische und animalische Stoffe stattfindet, und in welchen Entwicklungen von Gasarten erfolgen, deren schädliche und gefährliche Einwirkung durch Zuleitung entsprechender Quantitäten atmosphärischer Luft beseitigt werden kann.

Die durch den Lebensprocess der Arbeiter und Arbeitsthier, ferner durch das Geleuchte erhöhte Temperatur der

Grubenluft kann bei grösseren Tieflagen der Grubenbaue durch Zuleitung grösserer Ventilationsluftmengen nicht wesentlich herabgesetzt werden. Die von den grösseren Tieflagen der Grubenbaue abhängige Temperatur der Grubenluft kann nur in dem Falle durch Zuleitung grösserer Ventilationsluftmengen herabgesetzt werden, wenn der Weg, welchen die einfallenden Wetter von der Sohle des Luftschautes bis zu den Arbeitsorten zurückzulegen haben, ein verhältnismässig sehr kurzer ist. (Siehe Absatz V.)

Das zur Ventilation von Braunkohlengrubenbauen erforderliche Luftquantum ist insbesondere abhängig von der Menge der in den Grubenbauen entwickelten Kohlensäure, minder von dem eigentlichen Sauerstoffbedarf für den beschäftigten Arbeiter, die Arbeitsthier und das Geleuchte.

Wie nachtheilig ein grösserer Kohlensäuregehalt in der Grubenluft auf den Organismus des Menschen einwirkt, kann in dem nordwestböhmischem Braunkohlenbecken sogar aus dem blossen Augenschein entnommen werden. Mir sind Grubenbaue bekannt, woselbst Arbeiter nach einer Arbeitszeit von wenigen Monaten auffallend blass werden. Bisher wurde diese auffallende Veränderung in der Gesichtsfarbe der auf diesen Grubenbauen vorherrschend hohen Lufttemperatur zugeschrieben. Ich behaupte jedoch, dass bloss der grosse Kohlensäuregehalt in der Grubenluft schuldtragend sei, und kann daher eine entsprechende Ventilation dieser Grubenbaue aus Gesundheitsrücksichten für den Arbeiter nicht genug befürworten.

Kohlenwasserstoffgase kommen nur sehr selten und in geringen Mengen vor; Sprengstoffe werden nur zeitweilig in verhältnismässig geringeren Quantitäten verwendet, weshalb in Anbetracht des immerhin grösseren Luftbedarfes zur Beseitigung der durch die Kohlensäurebildung entstehenden gesundheitsschädlichen Einflüsse weder für die sich entwickeln-

den Kohlenwasserstoffgase, noch zu der Beseitigung der durch Sprengstoffe stattfindenden Verunreinigung der Grubenluft, speciell namhaftere Ventilationsluftmengen aufgewendet werden müssen, daher ein fünfprocentiger Zuschlag zu dem für die Beseitigung der gesundheitsschädlichen Einwirkung durch die von den Menschen und Arbeitsthieren ausgeschiedene Kohlen-säure ermittelten Ventilationsluftbedarfe genügt.

Uebrigens kann das Ventilationsluftquantum, welches zur Beseitigung der gesundheitsschädlichen Einwirkung von Sprenggasen nötig ist, auch aus der Menge des verbrauchten Sprengstoffes ermittelt werden.

Sprengpulver, welches per ein Kilogramm 0.5864 Kilogramm gasförmiger Produkte liefert, wird äusserst selten verwendet, und gelangt im nordwestböhmischen Braunkohlenbecken in der Regel „Nobels“ Dynamit zur Verwendung. Nach Sarrau werden bei der Sprengung von einem Kilogramm Dynamit

132 Liter Stickstoff,

239 „ Kohlensäure und

5 „ Kohlenoxydgas,

zusammen 376 Liter irrespirabler Gase in die freie Umgebung der Mine abgegeben.

Wird erwogen, dass in den hiesigen Braunkohlengrubenbauen dort, wo Sprengstoffe angewendet werden, zum Besatz von fünf Minen ein Kilogramm Dynamit genügt; wird ferner berücksichtigt, dass selbst in ausgedehnten Grubenbauen nicht so viel Minen gleichzeitig zur Entladung gelangen, um fünf Kilogramm solchen Sprengstoffes aufwenden zu müssen, so resultirt aus einer einfachen Berechnung, dass die Einwirkung der auf solche Art erzeugten Menge irrespirabler Gase, bei Vorhandensein einer den sonstigen Grubenbauverhältnissen entsprechenden Ventilation, von geringem Belang ist und zur Beseitigung der gesundheitsschädlichen Einwirkung dieser

Sprenggase somit ein unbedeutender Zuschlag zu dem sonstigen Ventilationsluftbedarf genügt.

Im Allgemeinen weise ich in dieser, eine rationelle Bewetterung der Braunkohlengrubenbaue bezweckenden Abhandlung nach, dass es von Wichtigkeit ist, die Grubenaufschlüsse, insofern sich dieselben auf den Vorbereitungsbau (Streckenauffahrungen) beziehen, auf das äusserste Erfordernis zu beschränken, dass ferner zum Zwecke der Erhaltung einer gesunden Grubenluft das Ventilationsluftquantum in der Minute für einen Arbeiter sammt dessen Geleuchte mit 3 Kubikmetern atmosphärischer Luft hinreichend hoch bemessen ist, und dass die Temperatur der Grubenluft unter ein gewisses von der Tieflage der Grubenbaue abhängiges Minimum nicht gebracht werden kann, weshalb es sich auch anempfiehlt, kostspielige Ventilationseinrichtungen erst auf Grund möglichst genau durchgeführter Berechnungen mit Rücksicht auf die mögliche der Grubenlufttemperatur entsprechende Leistungsfähigkeit des Arbeiters anzuwenden.

I. Ueber das Ventilationsluftquantum für Braunkohlengrubenbaue, sowie über die Herabsetzung der Temperatur der Grubenluft.

Die zur Ventilation von Braunkohlengrubenbauen in der Minute erforderliche Luftmenge $L_1^{m^3}$ wird zu bestehen haben aus der zu der Einleitung des erforderlichen Sauerstoffes

nöthigen Luft V^{m^3} und demjenigen Luftquantum $V_1^{m^3}$, welches nöthig ist, um das Mischungsverhältnis der Kohlensäure in der Grubenluft auf $\frac{0.9}{1000}$ vom Volumen herabzusetzen.

Für die Bestimmung des zur Ventilation von Braunkohlengrubenbauen erforderlichen Luftquantums bin ich auf Grund der im Weiteren gegebenen Begründungen zu der Aufstellung nachstehender Formeln gelangt, und zwar:

1. Für die Beschaffung des erforderlichen Sauerstoffes beträgt die Ventilationsluftmenge V^{m^3} per Minute in Kubikmetern (siehe Absatz III):

$$\left\{ \begin{aligned} V^{m^3} \text{ pro Minute} &= \frac{1}{O \text{ Kilog. pr. } m^3} \times \left[0.0046526 [A + 4 P] + 0.003 B \right. \\ &\quad \left. + 0.00003616 F + \left(D = \frac{5}{100} \times 0.0046526 [A + 4 P] \right) \right], \end{aligned} \right.$$

in welcher Formel die durch das Braunkohlenflötz bewirkte Sauerstoffabsorption mit dem Mittelwerthe angenommen ist.

2. Zur Beseitigung des gesundheitsschädlichen Einflusses der in den Grubenbauen producirten Kohlensäure und sonstiger Gasentwicklungen ist die erforderliche Ventilationsluftmenge $V_1^{m^3}$ per Minute in Kubikmetern (siehe Absatz IV):

$$\left\{ \begin{aligned} V_1^{m^3} \text{ pro Minute} &= \frac{1000}{0.9 - c} \times \left[\frac{0.0379186 [A + 4 P]}{60} + 0.00139 B \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{60} \left(F \times [0.0000494 \text{ als Mittel u. } 0.0000988 \text{ als Maximal-} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \text{werth}] \times [1 + 0.0037099t] \frac{760}{b} \right) + \left(D = \frac{5}{100} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \times \frac{0.0379186 [A + 4 P]}{60} \right) \right]. \end{aligned} \right.$$

In diesen Formeln bedeutet:

A die Anzahl der in den Grubenbauen beschäftigten Arbeiter,

- P die Anzahl der in den Grubenbauen verwendeten Pferde,
B die in der Minute zur Beleuchtung verbrannte Menge Brennöles (Rapsöl) in Gramm,
F das Ausmass der den Luftcubus in den Grubenbauen umschliessenden Flächen des Braunkohlenflötzes,
D einen fünfpercentigen Zuschlag,
O Kilog. pr. m³ die Gewichtsmenge Sauerstoff, welche in einem Kubikmeter der den Arbeitsorten zugeführten Luft enthalten ist,
c die in letzterer enthaltene Menge Kohlensäure im Volumverhältnis per 1000 Volumeinheiten,
t die Temperatur der Grubenluft an den Arbeitsorten,
b den Barometerstand in den Grubenbauen.

Im Verfolge der Abhandlung habe ich auch ein Beispiel aufgenommen, dem ein Braunkohlenbergbau zu Grunde gelegt ist, in welchem durch einen gemauerten Luftschacht mit kreisrundem Querschnitt von 3.2 Metern Diameter die frischen Wetter in 325 Meter Teufe in die Hauptbewetterungsstrecken der Grubenbaue gelangen.

In diesem Grubenbau ist für eine Produktion von 2000 Tonnen Braunkohlen binnen 24 Stunden eine Belegschaft von 200 Mann mit 6 Pferden und 210 Grubenlichtern in jedem achtstündigen Drittel in Aussicht genommen. Die durch den Luftschacht eingeleitete, mit Wassergas gesättigte atmosphärische Luft gelangt zu den Arbeitsorten mit einer Temperatur von 22.34 Grad Celsius bei einem auf 760 m/m angenommenen Barometerstand.

Minutlich per Quadratmeter ist die Sauerstoffabsorption, welche durch das aufgeschlossene Braunkohlenflötz eintritt,

mit dem Mittelwerthe von 0.00003616 Kilogramm, die Kohlen-
säureexhalation mit dem Maximalwerthe von $\frac{0.0000988}{60}$ Kubik-
meter, und das zulässige Mischungsverhältnis der Kohlen-
säure in der Grubenluft mit $\frac{0.9}{1000}$ vom Volumen ange-
nommen.

Das für einen solchen Grubenbau erforderliche Ventila-
tionsluftquantum L_1 in Kubikmetern berechnet sich sonach in
der Minute auf:

$$\left\{ \begin{array}{l} L_1^{m^3} = \frac{3.2767512 \text{ Kilogr. Sauerstoff}}{0.267581 \text{ Kilogr. pr. } m^3} + \\ + \frac{0.32221 \text{ Kbk. Kohlensäure und Gase}}{\frac{0.9 - 0.402}{1000}} = 659.25 \text{ Kbk.} \end{array} \right.$$

Nachdem für den im Beispiele behandelten Grubenbau
eine ständige Belegschaft von 200 Mann und 6 Pferden
gleichbedeutend $(200 + [6 \times 4]) = 224$ Menschen angenommen
wurde, so resultirt, dass per Kopf der Belegschaft in der
Minute $\frac{659.25}{224} = 2.943$ Kubikmeter frische Wetter den
Grubenbauen zugeleitet werden müssen, mithin etwa 225 mal
so viel, als der Mensch zum Athmungsprocess benöthigt.

Ich erachte daher, für Braunkohlenbergbaue
im Allgemeinen und für solche mit 300 Meter
übersteigenden Tieflagen im nordwestböhmischem
Kohlenbecken, das per Köpf der Belegschaft er-
forderliche Ventilationsluftquantum mit 3 Kubik-
metern pro Minute im Zwecke der Erhaltung
einer gesunden Grubenluft als hinreichend gross
bemessen.

3. Für die Ermittlung der Temperaturstei-
gerung der Grubenluft in T Graden Celsius, be-

wirkt durch die von den Arbeitern, Arbeitsthieren und das Geleuchte an die Umgebung abgegebene Wärme, habe ich im Absatze V nachstehende Formel aufgestellt:

$$T = \left[\frac{140.937 (A + 4 P)}{60} + 5.75 B \right] \times \frac{1}{L_1 \text{ m}^3 \text{C}}.$$

In dieser Formel haben die Buchstaben A, P, B und $L_1 \text{ m}^3$ dieselbe Bedeutung wie in den vorhergehenden Formeln. C bezeichnet die Anzahl Calorien, welche nöthig sind, um die Temperatur eines Kubikmeters Luft von der Beschaffenheit, wie solche den Arbeitsorten zugeführt wird, um ein Grad Celsius zu erhöhen.

Werden in diese Formel die für das Beispiel angenommenen Werthe substituirt, so berechnet sich die Temperatursteigerung der Grubenluft, wenn den Grubenbauen minutlich 1215 Kubikmeter frischer Wetter zugeleitet werden, auf 2.35 Grad Celsius, und bei Zuleitung von 2300 Kubikmeter auf 1.258 Grad Celsius.

Es wird daher in den Grubenbauen, für welche das vorstehende Beispiel aufgestellt wurde und wie solches im Absatze V nachgewiesen wird, die Grubenlufttemperatur an den Arbeitsorten bei einer minutlichen Zuleitung von 1215 Kubikmetern Luft plus 24.69 und bei minutlich 2300 Kubikmetern zugeleiteter frischer Wetter plus 23.598 Grade Celsius betragen.

In ersterem Falle beträgt somit das Ventilationsluftquantum pro Kopf der Belegschaft und pro Minute 5.42 Kubikmeter, im zweiten Falle 10.26 Kubikmeter.

Erfahrungsgemäss nimmt die Leistung des Bergarbeiters bei Steigerung der Temperatur der Grubenluft ab. Aus vielfachen jahrelangen Beobachtungen folgere ich, dass bis zu einer Temperatur von plus 20 Grad Celsius die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters normal bleibt.

Über 20 bis plus 25 Grad Celsius sinkt die Leistung des Arbeiters um 5 bis 10%; über 25 bis plus 30 Grad Celsius sinkt solche um 10 bis 15%; über 30 bis plus 35 Grad Celsius sinkt dieselbe um 15 bis 30%; über 35 bis plus 40 Grad Celsius sinkt die Leistung des Arbeiters um 30 bis 50%.

Nachdem in dem gewählten Beispiele die Temperatur der Grubenluft an den Arbeitsorten bei Zuleitung von 1215 Kubikmetern Luft pro Minute höchstens 24.69 Grad Celsius betragen, mithin unter 25 Grad Celsius stehen wird, und da die Temperatur der Grubenluft (siehe Absatz V) unter 22.34 Grad Celsius selbst bei Beschaffung eines sehr grossen Ventilationsluftquantums nicht herabgesetzt, daher die Leistungsfähigkeit des Arbeiters durch die erreichbare Herabsetzung der Grubenlufttemperatur nicht erhöht zu werden vermag, so anempfiehlt es sich, wenn die Gestehungskosten des zum Betriebe erforderlichen Dampfes geringe sind (siehe Absatz V, 4 und VI), möglichst einfache Ventilationsapparate, wenn solche zu ihrem Betriebe auch viel Dampf benöthigen sollten, zu benützen und von der Anwendung kostspieliger, grosse Luftmengen schaffender Ventilations-Einrichtungen abzusehen, weil mit denselben ein praktischer Erfolg nicht erzielt werden kann. Der im Beispiele behandelte Braunkohlengrubenbau wird jedoch auf jeden Fall mit einer Arbeitsleistung zu calculiren haben, welche bloß 95 Percent von derjenigen Leistung beträgt, welche in Grubenbauen mit gleicher Flötzbeschaffenheit bei einer unter plus 20 Grad Celsius stehenden Temperatur der Grubenluft erreichbar ist.

Aus dem berechneten Beispiele resultirt ferner, dass zur Vermeidung einer wesentlichen Temperatursteigerung der Grubenluft in den Grubenbauen des nordwestböhmischen Braunkohlenbeckens, bei 325 Meter Tieflage, in der Minute

per Kopf der Belegschaft 5.5 Kubikmeter atmosphärischer Luft zugeleitet werden müssen, wenn die Temperatur der Grubenluft plus 25 Grad Celsius nicht erreichen soll. Auf 224 Mann Belegschaft beträgt das Ventilationsluftquantum pro Minute daher 1032 Kubikmeter.

Nachdem das Gewicht und die Beschaffenheit der in die Grubenbaue einzuleitenden atmosphärischen Luft das erforderliche Ventilationsluftquantum beeinflussen, so halte ich es für geeignet, unter Absatz II auch das über die „atmosphärische Luft“ Bekannte in diese Abhandlung aufzunehmen.

II. Die atmosphärische Luft.

Nach den von „Bertholett“, „de Mary“ und „Davy“ ausgeführten eudiometrischen Versuchen enthält die atmosphärische Luft als Hauptbestandtheil 21 — 22 Volumtheile Sauerstoff und 79 — 78 Volumtheile Stickstoff.

Die Gewichtsmenge an Sauerstoff in einer Volumeinheit der reinen Luft ist nach den Weltgegenden und Jahreszeiten verschieden, weil dieselbe von der Temperatur und dem jeweiligen Barometerstande abhängig ist.

„Gay Lussac“ und „A. von Humboldt“ haben nachgewiesen, dass die atmosphärische Luft hinsichtlich des Sauerstoff- und Stickstoffgehaltes eine constante Zusammensetzung besitzt, welche sowohl in Niederungen als auch auf grossen Höhen dieselbe bleibt. Beispielsweise haben Humboldt auf dem Berge „Antisana“ in 5500 Metern Höhe, Gay Lussac auf dem „Mont Cenis“ in 2050 Metern Höhe, Configliachi auf dem „Monte Legnone“ in 2700 Metern dasselbe Verhältniss in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft gefunden wie in der Ebene.

„Brunner“ hat auf dem „Faulhorn“ in 2670 Metern Höhe als Mittel aus 14 Analysen den Sauerstoffgehalt der Luft mit 20.915 und deren Stickstoffgehalt mit 79.085 Volumprocenten constatirt.

Als dritten Bestandtheil der atmosphärischen Luft hat „Humboldt“ 1789 die Kohlensäure nachgewiesen.

Die Luft nimmt aber auch andere, von der Oertlichkeit abhängige Gasarten in geringen Mengen auf.

Nach „Wöhler's“ Analyse sind in 100 Raumtheilen atmosphärischer Luft enthalten:

78.492	Raumtheile	Stickstoff
20.627	„	Sauerstoff
0.84	„	Wassergas
0.041	„	Kohlensäure.

Als constanter Bestandtheil, jedoch in sehr geringen Mengen, findet sich auch Ammoniak. Dem Gewichte nach setzt sich die atmosphärische Luft zusammen aus:

75.55	Gewichtstheilen	Stickstoff
23.32	„	Sauerstoff
1.03	„	Wassergas
0.1	„	Kohlensäure.

Wird in dieser Zusammensetzung das Wassergas weggelassen, so resultirt nachfolgende Zusammensetzung der trockenen atmosphärischen Luft:

76.3363	Gewichtstheile	Stickstoff	} nach Reg- nault hin- gegen {	76.42
23.5627	„	Sauerstoff		23.58
und 0.1010	„	Kohlensäure		—

beziehungsweise:

79.1569	Raumtheile	Stickstoff	} nach Reg- nault hin- gegen {	78.67
20.8018	„	Sauerstoff		21.33
und 0.0413	„	Kohlensäure		—

Bei Null Grad Temperatur und 760 Millimetern Barometerstand wiegt ein Kubikmeter

Stickstoff	1.25616	Kilogramm
Sauerstoff	1.4298	„
Kohlensäure	1.9775	„

Aus dem Gesagten berechnet sich das Gewicht eines Kubikmeters trockener atmosphärischer Luft von Null Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand mit:

$$\begin{array}{rcl}
 0.791569 \times 1.25616 & = & 0.994337 \text{ Kilogramm Stickstoff} \\
 0.208018 \times 1.4298 & = & 0.297424 \text{ „ Sauerstoff} \\
 0.000413 \times 1.9775 & = & 0.000816 \text{ „ Kohlensäure} \\
 \hline
 \text{Zusammen} & 1.292577 & \text{Kilogramm.}
 \end{array}$$

„Biots“ und „Arago“ haben bei einem Barometerstand von 760 Millimetern und Null Grad Lufttemperatur das Gewicht eines Kubikmeters atmosphärischer Luft mit 1.299075 Kilogramm ermittelt.

Nach neueren Annahmen wird das Gewicht eines Kubikmeters trockener atmosphärischer Luft von Null Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand auch mit 1.29318 Kilogramm angenommen.

Meinen Berechnungen und für die Bestimmung des Gewichtes mit Wassergas gesättigter Luft lege ich jedoch das nach Wöhler ermittelte Gewicht trockener Luft zu Grunde. Diesem zu Folge berechnet sich das Gewicht eines Kubikmeters mit Wassergas gesättigter Luft von Null Grad Temperatur und 760 mm Barometerstand mit:

$$\frac{760 - 4.6}{760} \times 1.292577 + 0.00489 = 1.28963 \text{ Kilogramm,}$$

bestehend aus:

Stickstoff		0.98831	Kilogramm
Sauerstoff		0.29562	„
Wassergas		0.00489	„
Kohlensäure		0.00081	„

Dem Volumen nach setzt sich ein Kubikmeter solcher Luft zusammen aus:

Stickstoff	0.7867665	Kubikmeter
Sauerstoff	0.2067560	„
Wassergas	0.0060670	„
Kohlensäure	0.0004105	„

Erfahrungsgemäss dehnt sich die atmosphärische Luft unter dem constanten Atmosphärendrucke durch die Erwärmung bei jedem Grade Celsius um 0.003665 ihres Volumens von Null Grad aus.

Nach „Magnus“ und „Regnault“ sind die Ausdehnungscoefficienten bei mittlerem Drucke

für Sauerstoff	:	0.0036741
„ Kohlensäure	:	0.0037099
„ Wasserstoffgas	:	0.0036613
„ Kohlenoxydgas	:	0.0036688
„ Wassergas oder Wasserdampf .	:	0.004233
„ Stickstoff	:	0.003670.

Nehmen wir beispielsweise atmosphärische Luft bei einer Temperatur von plus 12.5 Grad Celsius und 750 Millimeter Barometerstand als mit Wassergas gesättigt an, so berechnet sich das Gewicht eines Kubikmeters solcher Luft nachstehend:

Aus einem Kubikmeter trockener Luft von Null Grad Temperatur und 750 Millimetern Barometerstand wird sich bei Erwärmung auf 12.5 Grad Celsius diese Masse auf $1 + (0.003665 \times 12.5) = 1.0458125$ Kubikmeter ausdehnen und das Gewicht der trockenen Luft bei Null Grad Temperatur und dem obigen Barometerstand behalten, woraus das Gewicht eines Kubikmeters solcher auf plus 12.5 Grad Celsius erwärmten Luft sich mit

$$\frac{1.292557}{1.0458125} \times \frac{750}{760} = 1.219639 \text{ Kilogramm}$$

berechnet.

Im Zustande der Sättigung dieser Luft mit Wassergas wird das Gewicht geringer, nachdem bei plus 12.5 Grad

Celsius das Wassergas eine Spannung von 10.81 Millimetern besitzt und im Zustande der Sättigung ein Kubikmeter trockener atmosphärischer Luft von plus 12.5 Grad Celsius 0.01096 Kilogramm Wassergas aufnimmt.

Das Gewicht eines Kubikmeters solcher Luft berechnet sich mit

$$\left(\frac{750 - 10.81}{750} \times 1.219639 + 0.01096 \right) = 1.213011 \text{ Kilogramm,}$$

bestehend nach Wöhler's Luftanalyse aus:

Stickstoff	0.924710	Kilogramm
Sauerstoff	0.276597	„
Wasssergas	0.010960	„
Kohlensäure	0.000744	„ ,

beziehungsweise enthält ein Kubikmeter solcher Luft

0.780126	Kubikmeter	Stickstoff
0.205011	„	Sauerstoff
0.014456	„	Wassergas
0.000407	„	Kohlensäure

von gleicher Spannung und Temperatur.

Auf gleiche Weise berechnet sich das Gewicht eines Kubikmeters atmosphärischer, mit Wassergas gesättigter Luft von plus 22.34 Grad Celsius und 760 Millimeter Barometerstand mit

$$\frac{760 - 20.27}{760} \times \frac{1.292577}{(1 + 0.003665 \times 22.34)} + 0.019931 = 1.182809 \text{ Kilogramm,}$$

bestehend aus:

Stickstoff	0.894562	Kilogramm
Sauerstoff	0.267581	„
Wassergas	0.019931	„
Kohlensäure	0.000735	„

In einem Kubikmeter solcher Luft sind enthalten :

Stickstoff	0.770450	Kubikmeter
Sauerstoff	0.202468	„
Wassergas	0.026680	„
Kohlensäure	0.000402	„

von der dem Barometerstand und der Lufttemperatur entsprechenden Dichte.

Diesen Berechnungen wurde zu Grunde gelegt bei Null Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand:

a. das Gewicht eines Kubikmeters trockener atmosphärischer Luft mit 1.292577 Kilogramm,

b. die Zusammensetzung der trockenen atmosphärischen Luft nach Wöhler's Analyse, abgeleitet mit

79.1569	Raumtheilen	Stickstoff
20.8018	„	Sauerstoff
und 0.0413	„	Kohlensäure,

ferner die nachstehenden tabellarischen Zusammenstellungen über 1) die Dampfspannung im Zustande der Sättigung und 2) die Wasserdampfmengen, welche ein Kubikmeter Luft im Zustande der Sättigung enthält.

1. Tabelle über die Dampfspannung im Zustande der Sättigung in Millimetern nach Regnault.

bei der Temperatur	Dampfspan- nung in mm	bei der Temperatur	Dampfspan- nung in mm	bei der Temperatur	Dampfspan- nung in mm	bei der Temperatur	Dampfspan- nung in mm	bei der Temperatur	Dampfspan- nung in mm
— 15° C	1.4	+ 4° C	6.1	+ 11° C	9.79	+ 18° C	15.36	+ 25° C	23.55
— 10° „	2.09	+ 5° „	6.53	+ 12° „	10.46	+ 19° „	16.35	+ 26° „	24.99
— 5° „	3.11	+ 6° „	7.—	+ 13° „	11.16	+ 20° „	17.39	+ 27° „	26.5
0° „	4.6	+ 7° „	7.49	+ 14° „	11.91	+ 21° „	18.49	+ 28° „	28.1
+ 1° „	4.94	+ 8° „	8.02	+ 15° „	12.7	+ 22° „	19.66	+ 29° „	29.78
+ 2° „	5.3	+ 9° „	8.57	+ 16° „	13.54	+ 23° „	20.89	+ 30° „	31.55
+ 3° „	5.69	+ 10° „	9.16	+ 17° „	14.42	+ 24° „	22.18		

2. Tabelle über die Wasserdampfungen, welche ein Kubikmeter Luft im Zustande der Sättigung enthält.

Temperatur in Celsius	Dampfgewicht in Kilogramm	Temperatur in Celsius	Dampfgewicht in Kilogramm	Temperatur in Celsius	Dampfgewicht in Kilogramm	Temperatur in Celsius	Dampfgewicht in Kilogramm	Temperatur in Celsius	Dampfgewicht in Kilogramm
— 15°	0.00139	+ 4°	0.00638	+ 11°	0.00999	+ 18°	0.01514	+ 25°	0.02295
— 10°	0.00230	+ 5°	0.00681	+ 12°	0.01062	+ 19°	0.01626	+ 26°	0.02427
— 5°	0.00336	+ 6°	0.00727	+ 13°	0.01131	+ 20°	0.01723	+ 27°	0.02569
0°	0.00489	+ 7°	0.00777	+ 14°	0.01204	+ 21°	0.01826	+ 28°	0.02710
+ 1°	0.00523	+ 8°	0.00827	+ 15°	0.01281	+ 22°	0.01937	+ 29°	0.02863
+ 2°	0.00559	+ 9°	0.00882	+ 16°	0.01359	+ 23°	0.02050	+ 30°	0.03023
+ 3°	0.00598	+ 10°	0.00938	+ 17°	0.01443	+ 24°	0.02159		

III. Ueber den Sauerstoffbedarf der in der Grube beschäftigten Arbeiter, Arbeitsthier, des Geleuchtes, ferner die Sauerstoffabsorption der Braunkohle und sonstiger vegetabilischer und animalischer Stoffe.

Der minutliche Sauerstoffbedarf in Kilogramm O Kilogr. pr. M. für die in den Braunkohlengrubenbauen beschäftigten Arbeiter, für das Geleuchte, die verwendeten Arbeitsthier (Pferde), zuzüglich derjenigen Menge Sauerstoff, welcher absorbirt wird durch die den Luftkubus umschliessenden Flächen des Braunkohlenflötzes und durch die in den Grubenbauen befindlichen animalischen und vegetabilischen Stoffe, kann aus nachstehender Formel ermittelt werden:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{O Kilogr. pr. Minute} = 0.0046526 (A + 4 P) + 0.003 B + \\ (F \times 0.00003616 \text{ als Mittelwerth}) + \left(D = \frac{5}{100} [0.0046526 (A + 4 P)] \right) \end{array} \right.$$

In dieser Formel bedeutet:

A die Anzahl der in den Grubenbauen beschäftigten Arbeiter,

P. die Anzahl der verwendeten Arbeitsthiere (Pferde),

B die Menge des pro Minute verbrannten Brennöles in Gramm,

F. die den Luftkubus, beziehungsweise die offenen Grubenräume umschliessende Braunkohlenflötzfläche längs der Bewetterungstrecken und Arbeitsorte,

D die durch in den Grubenräumen befindliche animalische und vegetabilische Stoffe bewirkte Sauerstoffabsorption.

Nehmen wir beispielsweise eine Belegschaft von 200 Köpfen, 6 Pferden, einen minutlichen Verbrauch für 210 Flammen mit 52.5 Gramm Brennöl, die den Luftkubus, beziehungsweise die offenen Grubenräume umschliessende Braunkohlenflötzfläche längs der Bewetterungs- und Arbeitsorte mit 56000 Quadratmetern an, so berechnet sich aus obiger Formel der Sauerstoffbedarf in Kilogramm pro Minute mit:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{O Kilogr. pr. Minute} = 0.0046526 [200 + (4 \times 6)] + (52.5 \times 0.003) \\ + (56000 \times 0.00003616) + \frac{5}{100} \left(0.0046526 [200 + (4 \times 6)] \right) \end{array} \right.$$

$$= 3.27675152 \text{ Kilogramm.}$$

Nachdem von mir bei Voraussetzung eines regelrechten Betriebes hinsichtlich des Verhältnisses zwischen der aus dem Vorbereitungs- und dem Abbau gewonnenen Kohle für eine Produktion von 2000 Tonnen Braunkohle binnen 24 Stunden die stetige Belegschaft mit 200 Köpfen, dementsprechend die den Luftkubus umfassende Braunkohlenflötzfläche längs der Bewetterungstrecken und Arbeitsorte mit 56000 m² ange-

nommen wurde, so kann aus dem berechneten Resultate auch die Einflussnahme der verschiedenen Faktoren auf den Sauerstoffbedarf ersehen werden. Am massgebendsten wirkt auf den Sauerstoffbedarf die durch das Braunkohlenflötz bewirkte Sauerstoffabsorption ein, weshalb die Ausdehnung der Grubenbaue in dieser Beziehung ein wichtigeres Moment bildet.

Zu der Aufstellung der vorstehenden Formel für Ermittlung des erforderlichen Sauerstoffbedarfes gelangte ich auf Grund der Feststellung:

a. des Sauerstoffbedarfes für den Arbeiter nebst Arbeitsthieren und .

b. für das Grubengeleuchte;

ferner durch die Ermittlung:

c. der durch Braunkohle absorbirten Sauerstoffmenge und

d. der Sauerstoffabsorption durch in den Grubenbauen befindliche animalische und vegetabilische Stoffe.

ad a. Sauerstoffbedarf für den Arbeiter und Arbeitsthier.

Nachdem durch das Alter und Körpergewicht eines Menschen der Sauerstoffbedarf und die Kohlensäureausscheidung bedingt sind, nicht minder der Zustand der Ruhe und Bewegung desselben auf die Sauerstoffabsorption, die Kohlensäure- und Wasserausscheidung, sowie die an die Umgebung durch den Lebensprocess abgegebene Wärme einen wesentlichen Einfluss üben, so lege ich allen meinen Berechnungen als Massstab der beschäftigten Arbeiter einen vollkommen gesunden kräftigen im Alter von 28 — 35 Jahren stehenden Menschen mit einem Körpergewichte von 70 — 75 Kilogramm, einer Körperfläche von 2 Quadratmetern, im Zustande der

Bewegung, beziehungsweise während der Arbeit zu Grunde. — Den Sauerstoffbedarf eines Menschen leite ich aus der Respiration in gewöhnlicher atmosphärischer Luft bei 760 mm Barometerstand und Null Grad Temperatur ab, und zwar zu dem Zwecke, um die grösstmöglichen Verbrauchsziffern zu erhalten. Verschiedene Autoren haben bei einem normal gebauten, gesunden Menschen im Durchschnitte pro Minute zwanzig Athemzüge constatirt, die Menge der eingeathmeten atmosphärischen Luft jedoch mit verschiedenen Werthen für einen Athemzug ermittelt. So z. B. nimmt „Menzies“ und „Richerand“ 0.365 Liter, „Weissbach“ 0.4165 Liter, „Herbst“ 0.456 Liter, „Dr. A. Wolpert“ 0.656 Liter und „Ch. Combes“ 0.659 Liter atmosphärische Luft pro einen Athemzug an. „Dr. Kuborn“ nimmt für Arbeiter in erhöhter Lufttemperatur bei plus 26 Grad Celsius 26 Athemzüge pro Minute an, woraus sich (pro Athemzug nach „Ch. Combes“ 0.659 Liter gerechnet) der Bedarf an atmosphärischer Luft von plus 26 Grad Celsius Temperatur mit 0.017134 Kubikmetern pro Minute ergibt. Diese Luftmenge reducirt auf Luft von Null Grad Temperatur gibt 0.015643 Kubikmeter, während bei der Annahme von nur 20 Athemzügen in der Minute und für einen Athemzug 0.659 Liter atmosphärischer Luft gerechnet, bloss 0.01318 Kubikmeter Luft pro Minute entfallen.

„Ponson“ und „Combes“ haben bei ihren Bestimmungen über den Luftbedarf bei der Respiration pro einen Athemzug des Menschen jedenfalls einen im Zustande der Bewegung befindlichen Arbeiter angenommen und Dr. Kuborn hat 26 Athemzüge in erhöhter Temperatur beobachtet. Ich lege daher meiner Berechnung den aus beiden Beobachtungen ermittelten grösseren Luftbedarf zu Grunde, wenn auch zu berücksichtigen wäre, dass die Sauerstoffmenge in einer auf plus 26 Grad Celsius gesteigerten Lufttemperatur geringer ist als in einer Luft von Null Grad.

Um nun die Sauerstoffmenge, welche in dem eingeathmeten Luftquantum enthalten ist, festzustellen, nehme ich trockene atmosphärische Luft von Null Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand deshalb an, weil eine solche atmosphärische Luft unter den überwiegend zur Einathmung gelangenden Luftarten verhältnismässig den grössten Gehalt an Sauerstoff besitzt. In einem Kubikmeter solcher atmosphärischer Luft sind 0.208018 Kubikmeter Sauerstoff enthalten, welcher bei dieser Luftbeschaffenheit 0.297424 Kilogramm Gewicht besitzt.

Diese mit 0.297424 Kilogramm per ein Kubikmeter Luft von Null Grad Temperatur ausgewiesene Menge an Sauerstoff ist mithin wesentlich grösser, als bei der höher temperirten Wassergas enthaltenden Luft. Nachdem ich jedoch den grösstmöglichen Sauerstoffbedarf ermitteln will, so lege ich dieser Berechnung die sauerstoffreichste Luft zu Grunde, nehme hingegen am Verbrauchsorte bloss diejenige Sauerstoffmenge als in der Luft enthalten an, welche der Beschaffenheit der daselbst verwendeten Luft thatsächlich zukommt.

Dem vorstehend Gesagten zu Folge berechnet sich der Bedarf an Sauerstoff für einen in Bewegung befindlichen Arbeiter pro Minute mit $0.015643 \times 0.297424 = 0.0046526$ Kilogramm.

Der Luftbedarf für ein Arbeitsthier oder Pferd wird allgemein mit dem vierfachen Luftbedarf des Menschen bemessen. Diesem zu Folge ist für ein Pferd der Bedarf an Sauerstoff mit 0.0186104 Kilogramm pro Minute anzunehmen.

ad b. Sauerstoffbedarf für das Grubengeleuchte.

Der Bedarf an atmosphärischer Luft für das Grubengeleuchte wird von „A. T. Ponson“ mit 230—300 Litern und

von „Pettenkofer“ beziehungsweise „Pfähler“ mit 315.8 Litern für eine gewöhnliche Grubenlampe pro Stunde angenommen; die Beschaffenheit des Geleuchtes jedoch nicht beschrieben. Ich erachte den von den beiden Autoren angenommenen Bedarf an atmosphärischer Luft für eine zum Beispiel hierorts übliche Grubenlampe als viel zu gering bemessen, wenn auf die Luftverderbnis Rücksicht genommen wird, welche die bei der Verbrennung des Oeles erzeugte Kohlensäure bewirkt.

Dagegen wäre der Luftbedarf etwas zu hoch bemessen, wenn es sich blos um die zu der Verbrennung des Oeles erforderliche Menge Sauerstoffes handeln sollte. — Den Sauerstoffverbrauch für das Grubengeleuchte hat eingehender „E. T. Noeggerath“ behandelt. Derselbe bestimmt den Sauerstoffverbrauch aus der Zusammensetzung des zur Beleuchtung gewöhnlich verwendeten Rapsöles und berechnet zur vollständigen Verbrennung von 100 Gramm Rapsöl als Erfordernis 245.115 Gramm Sauerstoff. Die hierzu erforderliche Menge atmosphärischer Luft bestimmt derselbe aus deren mit 0.21 Kilogramm pro Kubikmeter angenommenem Sauerstoffgehalt. Derselbe nimmt ferner das Gewicht eines Kubikmeters Luft bei Null Grad und 760 Millimeter Barometerstand mit 1.293187 Kilogramm an und ermittelt auf solche Art den Luftbedarf für eine Grubenlampe pro Stunde bei einem Verbrauch von 20 Gramm Rapsöl mit 0.197418 Kubikmeter Luft von plus 15 Grad Celsius Temperatur. Derselbe berechnet den Bedarf mithin mit etwa 62 Procent von dem durch „Pettenkofer“ aufgestellten Luftbedarf.

Ich ermittle den Sauerstoffbedarf aus der Menge der bei der Verbrennung des Brennöles producirten Kohlensäure zuzüglich des Erfordernisses an Sauerstoff zur Oxydation des in dem Oele enthaltenen Wasserstoffes.

Erfahrungsgemäss werden von einer hierorts im Gebrauche befindlichen Grubenlampe pro Stunde 15 Gramm

Rapsöl aufgebraucht, bei deren Verbrennung nach „Erismann“ 20.85 Liter Kohlensäure entwickelt werden, woraus sich zu der Verbrennung von 15 Gramm Brennöl zu Kohlensäure die erforderliche Menge Sauerstoff mit 0.3251 Kilogramm berechnet.

Das berechnete Sauerstoffquantum ist noch um 38.5 Percent für die Oxydation des im Oele enthaltenen Wasserstoffes zu erhöhen, wonach sich der Maximalbedarf an Sauerstoff zur vollständigen Verbrennung von 15 Gramm Rapsöl pro Stunde mit 0.045 Kilogramm oder aber für eine hierorts gebräuchliche Grubenlampe mit 0.00075 Kilogramm pro Minute, beziehungsweise mit 0.003 Kilogramm Sauerstoff per ein Gramm Brennöl berechnet. „Noeggerath“ ermittelt für die Verbrennung von einem Gramm Rapsöl den Bedarf an Sauerstoff mit 0.00245115 Kilogramm; meine Berechnung ergibt 0.003 Kilogramm, mithin um etwa 22.45 Procent mehr, was wohl in dem Umstande gelegen sein mag, dass Noeggerath den Kohlenstoffgehalt des Rapsöles mit 70.588 Percent, ich hingegen das Oel als „Triolein“ mit 77.37 Percent Kohlenstoffgehalt angenommen habe.

ad c. Ueber die Sauerstoffabsorption durch
die Braunkohle.

Dass die mineralischen Brennstoffe Sauerstoff absorbiren, ist eine bekannte Thatsache. So zum Beispiel soll trockene Braunkohle das Doppelte ihres Volumens, Lignit nach Versuchen von Bischoff binnen 8 Tagen 11 Percent Sauerstoff absorbiren.

Versuche über die Sauerstoffabsorption der Braunkohle aus offenen, mit Luft erfüllten Streckenräumen sind, so viel mir bekannt, bisher nicht ausgeführt, mindestens nicht veröffentlicht worden, weshalb ich die gefundenen Resultate

mehrerer von mir ausgeführten Versuche im Nachstehenden anführe.

Wird der Luftkubus einer in einem entwässerten Braunkohlenpfeiler ausgetriebenen Strecke luftdicht abgeschlossen, so tritt nach einem der Grösse dieses Luftkubus entsprechenden Zeitraum eine Veränderung in der Zusammensetzung der in demselben enthaltenen atmosphärischen Luft ein. Es wird nämlich der Sauerstoff von der diesen Luftkubus umfassenden Braunkohle vollständig absorbirt. —

Selbstredend empfiehlt es sich, die Versuche behufs Ermittlung der Sauerstoffabsorption in Kohlenpfeilern grösseren Umfanges auszuführen, welche auch die Sicherheit dafür bieten, dass in denselben Zersetzungen eingelagerter Schwefelkiese nicht vorkommen, und grössere mit Kohlenklein erfüllte Klüfte nicht vorhanden sind.

Die Menge des Sauerstoffes, welcher durch das Braunkohlenflötz aus dem in den Strecken befindlichen Luftkubus in einer Zeiteinheit absorbirt wird, habe ich aus mehreren Versuchen ermittelt. Allerdings kann das von mir constatirte Resultat nicht für alle Braunkohlenarten als unabänderlich angewendet werden, weil sowohl die Dichte und der Feuchtegrad, als auch die Art der Zerklüftung des Braunkohlenflötzes, sowie die chemische Zusammensetzung der Braunkohle verschieden sind. Immerhin kann dasselbe mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Flötzes, in welchem die Versuche ausgeführt wurden, als ein Mittelwerth für die im nordwestlichen Braunkohlenbecken abgelagerte Braunkohle angenommen werden, weil ich dieselben in einem in lothrechter Richtung mässig zerklüfteten, im normalen Zustande befindlichen, entwässerten Braunkohlenpfeiler grösseren Umfanges ausgeführt habe.

Zu diesen Versuchen wurden aus den an den Wetter-
schacht für einfallende Wetter anschliessenden Hauptbewette-

rungsstrecken in die Kohlenpfeiler Querschläge ausgetrieben und solche nach bewerkstelligter Einleitung guter Wetter luftdicht abgeschlossen. In dem luftdichten Verschluss wurde in der Streckensohle und der Streckenfirste je ein vermittelt eines Kegelventils luftdicht absperrbares Schubrohr befestigt. Dieses Schubrohr ist mit der erforderlichen Einrichtung zu der Beobachtung der Sauerstoffabnahme in dem abgeschlossenen Luftkubus, in welchem ein Maximum-Minimum-Thermometer und ein Präcisionshygrometer an geeigneter Stelle eingehangen wurde, versehen. In dem luftdichten Verschluss wurde ferner ein Wassermanometer und drei durch Hähne absperrbare Röhrchen eingesetzt. Ersterer zur Beobachtung eventuell eintretender Luftverdünnung, letztere zur Verbindung des abgesperrten Luftkubus mit den erforderlichen Einrichtungen zu der Bestimmung der Kohlensäuremenge in demselben.

Um den möglichen Luftzutritt durch die Spalten des Flötzes aus der Hauptbewetterungsstrecke in den abgeschlossenen Luftkubus möglichst zu verhüten, wurde zu beiden Seiten des Querschlages der Streckenulm der Hauptbewetterungsstrecke mit Kalkmörtel gut verputzt.

Aus der Querschlagsohle und Firste war der Zutritt frischer Wetter nicht möglich.

Im Momente der Absperrung des Querschlages wurde der Barometerstand, die Temperatur nebst dem Feuchtegrad der einfallenden Wetter abgenommen, die in den eingeleiteten Wettern enthaltene Menge Kohlensäure festgestellt und auf Grund dieser Beobachtungen, sowie des Ausmasses des Luftkubusses die in dem abgesperrten Luftkubus enthaltene Menge Sauerstoff ermittelt.

Als Mittel aus mehreren, im Monate Mai und Juni ausgeführten Versuchen habe ich constatirt, dass ein Quadratmeter der den abgesperrten Luftkubus umfassenden Braunkohlenflötzfläche in der Stunde 0.00217

Kilogramm, oder in der Minute 0.00003616 Kilogramm Sauerstoff absorbirt, welcher Sauerstoff theilweise in der Braunkohle verdichtet, zum Theile zur Oxydation der oxydationsfähigen in der Braunkohle enthaltenen mineralischen Bestandtheile aufgewendet wird. Dieser von mir ermittelte Werth über die durch das Braunkohlenflötz bewirkte Sauerstoffabsorption wird in verschiedenartigen Braunkohlenflötzen auch verschieden sein. Ich glaube jedoch annehmen zu dürfen, dass keine wesentlichen Abweichungen gefunden werden.

Die Beobachtungen haben ferner ergeben, dass bei den wiederholt in ein und demselben Querschlage vorgenommenen Versuchen die Menge des durch die Braunkohle in gleichen Zeiträumen absorbirten Sauerstoffes nicht abgenommen hat und in gleichen Zeiträumen dieselbe blieb. Es kann somit die ermittelte Durchschnittsziffer als eine sich auch für die Dauer gleichbleibende angenommen werden. Der eingehangene Maximum-Minimum-Thermometer hat von dem Momente der Absperrung bis zu dem Zeitpunkte der vollständigen Sauerstoffabsorption eine Temperaturabnahme nachgewiesen, deren Minimalstand bei allen Versuchen derselbe blieb. Während der jeweiligen Absperrungsdauer war eine Temperatursteigerung nicht eingetreten.

Der Feuchtegehalt der in dem abgesperrten Raume enthaltenen Luft hat während der Absperrungsdauer je nach dem Feuchtegehalt der eingeleiteten Wetter um 5—7 Percent abgenommen; eine Veränderung in der Spannung derselben, gegenüber der der äusseren Luft, war nicht eingetreten.

Aus dieser Beobachtung ergibt sich auch, dass während der Absperrungsdauer vermöge der Wärme-Emission ein Ausgleich zwischen der Temperatur der abgesperrten Wetter mit der dem Braunkohlenflötze an dem Versuchsorte vermöge seiner Tieflage constant zukommenden Temperatur stattgefunden habe.

ad d. Ueber die Sauerstoffabsorption durch die in den Grubenbauen befindlichen animalischen und vegetabilischen Stoffe.

Ueber die Menge durch in den Grubenbauen befindliche animalische und vegetabilische Stoffe absorbirten Sauerstoffes lassen sich keine angenäherten Werthe aufstellen, weil dieselbe von der Beschaffenheit dieser Stoffe, der Lufttemperatur und deren Feuchtegrad, in welchem sich solche befinden, abhängig ist. Immerhin wird es sich empfehlen, sowohl auf Sauerstoffabsorption als auch auf die bei der Zersetzung animalischer und vegetabilischer Stoffe entwickelte Kohlensäure bei der Bestimmung des zur Ventilation erforderlichen Luftquantums Rücksicht zu nehmen.

Um überhaupt für diesen Sauerstoffbedarf irgend eine Ziffer zu erhalten, gehe ich von dem Grundsatz aus, dass die Menge der in einer Grube befindlichen animalischen und vegetabilischen Stoffe in geradem Verhältnisse mit der Grösse der Belegschaft (die ja auch in einem geraden Verhältnisse zu der Ausdehnung der Grubenbaue steht) zunimmt.

Aus diesem Grunde nehme ich einen Zuschlag von 5 Percent zu dem durch Menschen und Arbeitsthier verbrauchten Sauerstoff für letzteren Sauerstoffbedarf als entsprechend an.

IV. Ueber die Entwicklung von Kohlensäure in Braunkohlengrubenbauen.

Von Wichtigkeit ist die Kenntnis der in Grubenbauen in einer Zeiteinheit entwickelten Menge Kohlensäure aus dem Grunde, weil der Kohlensäuregehalt in den Grubenwettern

ein gewisses Maximum nicht übersteigen darf, wenn durch die Beschaffenheit der Wetter eine nachtheilige Einwirkung auf den menschlichen Organismus verhütet werden soll.

Ueber die Menge des auf den Organismus und die Blutbildung der Arbeiter unschädlich einwirkenden Kohlensäuregehaltes der Luft sind verschiedene Erfahrungsergebnisse bekannt geworden.

Auf den menschlichen Organismus soll nach „Kuborn“ ein dauernder Aufenthalt in einer Luft, welche $1\frac{1}{2}$ bis 2 Percent Kohlensäure enthält, verderblich wirken.

Nach Erismann bekommen die Arbeiter in Bergwerken erst dann Athmungsbeschwerden, wenn die Grubenlampen trübe zu brennen anfangen, was erst bei einem Kohlensäuregehalt der Luft von 3 — 4 Volumpercenten der Fall ist; bei 8 Percent Kohlensäure erlöschen dieselben sofort. In einer Luft, welche über 8 Percent Kohlensäure enthält, kann der Mensch nicht mehr athmen.

Pettenkofer hat sich in einem Zimmer, in welchem der Gehalt der Luft an reiner, künstlich dargestellter Kohlensäure ein Percent betrug, mehrere Stunden aufgehalten, ohne eine Aenderung seines Wohlbefindens zu erleiden. Derselbe stellt jedoch den Satz auf, dass eine jede Luft, welche mehr als $\frac{1}{1000}$ vom Volumen an Kohlensäure enthält, für einen ständigen Aufenthalt von Menschen untauglich sei.

Es wird daher, dieser Grundsatz als Regel aufgestellt, das Mischungsverhältniss der Kohlensäure in den Grubenwettern durch Zuleitung hinreichender Mengen atmosphärischer Luft stets unter $\frac{1}{1000}$ vom Volumen erhalten werden müssen.

Die Menge der in den Grubenbauen entwickelten Kohlensäure setzt sich zusammen:

a. aus der Menge der durch den Athmungs-

process sowie durch die Hauptporen von Menschen und Arbeitsthieren ausgeschiedenen Kohlensäure,

b. aus der Menge der bei dem Verbrennungsprocess des Geleuchtes entwickelten Kohlensäure,

c. aus der von dem Mineral, auf welches gebaut wird, und seinen Nebengesteinen exhalirten Kohlensäure,

d. aus derjenigen Kohlensäure, welche von Grubenwässern ausgeschieden, und derjenigen, welche durch Oxydation der in den Grubenbauen befindlichen animalischen und vegetabilischen Stoffe, sowie durch Grubenbrand erzeugt wird.

Die minutlich in Braunkohlengrubenbauen erzeugte Menge Kohlensäure in Kubikmetern $\text{C O}_2^{\text{m}^3}$, bestehend aus der durch den Athmungsprocess von Menschen und Thieren ansgeschiedenen, — der bei der Verbrennung des Brennöles erzeugten, — jener durch das Braunkohlenflötz exhalirten und der durch die Oxydation in den Grubenbauen befindlichen animalischen und vegetabilischen Stoffe abgegebenen Kohlensäure, kann aus nachstehender Formel ermittelt werden:

$$\left\{ \begin{aligned} \text{C O}_2^{\text{m}^3} &= \frac{0.0379186 (A + 4 P)}{60} + 0.00139 B + \frac{F}{60} (0.0000494 \\ &\text{als Mittel u. } 0.0000988 \text{ als Maximalwerth) } \times \left([1 + 0.0037099 t] \frac{760}{b} \right) + \\ &+ \left(D = \frac{5}{6000} \times 0.0379186 [A + 4 P] \right), \end{aligned} \right.$$

in welcher Formel die Buchstaben A, P, B, F und D dieselbe Bedeutung haben, wie im Eingange des Absatzes III.

Unter t ist die Temperatur der Grubenluft in Graden

Celsius und unter b der Barometerstand in den Grubenbauen verstanden.

Werden in die vorstehende Formel für die Bedeutung der Buchstaben A, P, B, F und D dieselben Werthe eingesetzt, wie solche in dem im Absatze III behandelten Beispiele angeführt sind, wird ferner die Temperatur der Grubenluft mit plus 24.5 Grad Celsius, deren Barometerstand mit 760 mm angenommen, so ergibt sich die Menge der in einem solchen Braunkohlengrubenbau minutlich erzeugten Kohlensäure in Kubikmetern mit:

$$\left\{ \begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ Kubikmeter} &= \frac{0.0379186 (200 + [4 \times 6])}{60} + (52.5 \times 0.00139) + \\ &+ \left(\frac{56000}{60} \times [0.0000988 \text{ das ist der doppelte Werth als Maxi-} \right. \\ &\left. \text{malwerth}] \right) \times \left([1 + 0.0037099 \times 24.5] \times \frac{760}{760} \right) + \left(D = \frac{5}{6000} \times \right. \\ &\left. \times 0.0379186 [200 + (4 \times 6)] \right) = 0.32221 \text{ m}^3. \end{aligned} \right.$$

Aus dem berechneten Resultate ist die Einflussnahme der verschiedenen auf die Kohlensäureproduktion massgebenden Faktoren zu ersehen, und auch hier ist die Grösse der Gruben-aufschlüsse von wesentlicher Einflussnahme.

Die vorstehend angeführte Formel über die Menge der in Braunkohlengrubenbauen produ-cirten Kohlensäure wurde auf Grund der nach-stehenden Ausführungen aufgestellt.

ad a. Bestimmung der Menge der durch den
Athmungsprocess von Menschen und
Thieren ausgeschiedenen Kohlensäure.

Die Menge jener durch den Athmungsprocess der in den Grubenbauen verwendeten Arbeiter ausgeschiedenen Kohlen-säure ist je nach der Individualität und der körperlichen

Thätigkeit, nicht minder nach der Beschaffenheit der Nahrung eine verschiedene.

Im Allgemeinen wird angenommen, dass bei dem Athmungsprocess 4 Percent der eingeathmeten Luft als Kohlensäure ausgeathmet und ausserdem gleichzeitig durch die Hauptporen Kohlensäure ausgeschieden wird, deren Menge ein Percent der ausgeathmeten Kohlensäure beträgt.

Durch die von Pettenkofer und C. Voit ausgeführten Versuche wurde die stündliche Kohlensäureausscheidung bei einem kräftigen, 28 Jahre alten und 72 Kilogramm schweren Menschen an einem Arbeitstage mit 36.3 Liter constatirt.

Die Menge der von einem Arbeiter stündlich producirtten Kohlensäure lässt sich auch aus dem Luftbedarf desselben ableiten. Laut Absatz III al. a wurde für einen in Bewegung befindlichen Arbeiter der grösste Bedarf an atmosphärischer Luft mit 0.015643 Kubikmeter pro Minute und 0.93858 Kubikmeter pro Stunde nachgewiesen. Nach Dr. A. Wolpert berechnet sich die von einem Menschen in einer Stunde ausgeathmete und ausgeschiedene Kohlensäuremenge mit 4 Percent des Luftbedarfes, mithin mit $\frac{4 \times 0.93858}{100} = 0.0375432$ Kubikmeter zuzüglich ein Percent der durch die Poren der Haut ausgeschiedenen Kohlensäure per $\frac{0.0375432 \times 1}{100} = 0.0003754$ Kubikmeter, zusammen mit 0.0379186 Kubikmeter oder 37.9186 Liter.

Nachdem ich für das zur Ventilation erforderliche Luftquantum die grössten Verbrauchsziffern ermitteln will, so lege ich der Berechnung den vorstehend ermittelten grösseren Werth für die durch einen Arbeiter in einer Stunde ausgeathmete und ausgeschiedene Menge Kohlensäure mit 37.9186 Liter zu Grunde und sehe von der Volumsveränderung ab, welche die mit der Temperatur von circa 35 Grad Celsius

ausgeathmete Kohlensäure in der niedriger temperirten, in dem angeführten Beispiele auf etwa 24.5 Grad Celsius temperirten Grubenluft erleiden wird.

Für ein Arbeitsthier oder Pferd kann die Menge der durch dasselbe pro Stunde producirten Kohlensäure ebenfalls aus dessen Sauerstoffbedarf abgeleitet und mit 151.6744 Litern (gleich der vierfachen Menge jener von dem Menschen ausgeathmeten und ausgeschiedenen Kohlensäure) annäherungsweise angenommen werden.

ad b. Bestimmung der Menge der bei der
Verbrennung des Brennöles erzeugten
Kohlensäure.

Im Absatze III, al. b habe ich unter Berufung auf „Eris-
mann“ angeführt, dass eine hierorts im Gebrauche befindliche
Grubenlampe bei einem Aufwande von 15 Gramm Brennöl
pro Stunde 20.85 Liter Kohlensäure entwickelt. Per 1 Gramm
verbrannten Brennöles werden daher 1.39 Liter Kohlensäure
erzeugt.

Die bei der Verbrennung des Brennöles (Grubenge-
leuchtes) erzeugte Menge Kohlensäure kann sonach aus dem
Gewichte des zur Beleuchtung der Grubenbaue verwendeten
Brennöles auf Grund des vorstehend Gesagten ermittelt
werden.

ad c. Ueber die Menge Kohlensäure, welche
von dem Braunkohlenflötze unter nor-
malen Verhältnissen exhalirt wird.

Ueber mein Ansuchen hat Herr Chemiker Dr. Lerch jun.
die Menge der aus dem Braunkohlenflötze exhalirten Kohlen-
säure ermittelt, sowie mehrere Analysen der atmosphärischen
Luft und der Wetter an verschiedenen Orten in den Gruben-
bauen in Bezug auf deren Kohlensäuregehalt ausgeführt.

Diese Analysen wurden insbesondere an den Hauptbewetterungs- und Entwetterungsstrecken, ferner in der unmittelbaren Nähe frisch geworfener Abbaue, schliesslich in einem luftdicht abgeschlossenen Querschlag vorgenommen.

Als Mittel aus mehrfachen an geeigneter Stelle ausgeführten chemischen Analysen der atmosphärischen Luft wurde deren Kohlensäuregehalt bei 744 Millimeter Barometerstand, plus 20 Grad Lufttemperatur und 69 Percent Feuchte, mässig bewegter Luft, mit 0.0008059 Kilogramm per Kubikmeter oder mit 0.046 Volumpercenten ermittelt. Diese gegenüber anderen Luftanalysen grössere Ziffer dürfte wohl auf den Umstand zurückzuführen sein, dass die atmosphärische Luft in der Nähe der Duxer Kohlenwerke in Folge der brennenden Kohlenstaubhalden und Tagebaue stetig einen grösseren Kohlensäuregehalt nachweisen dürfte.

In die Hauptbewetterungsstrecke der Grubenbaue am Johansschachte der k. k. priv. Dux-Bodenbacher Eisenbahn fallen die frischen Wetter durch einen 53 Meter tiefen, auf zwei Dritttheile in Holzzimmerung gesetzten Schacht ein. In dieser Strecke, 125 Meter von dem einfallenden Schachte entfernt, wurde der Kohlensäuregehalt der Luft mit 0.064 Volumpercenten constatirt. Diese auffallende Verschiedenheit des Kohlensäuregehaltes in der freien Luft und den Wetter in der Bewetterungsstrecke wäre wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass in der unmittelbaren Nähe des einfallenden Schachtes ein alter brennender Tagebau sich befindet, nicht minder die einfallenden Wetter, ehe dieselben bis zu der Versuchsstelle gelangten, auf 125 Meter Streckenlänge sich durch eine in dem Braunkohlenflötze ausgetriebene Strecke an den Versuchstagen mit mässiger Geschwindigkeit (1.3 Meter bis 1.45 Meter pro Sekunde) bewegt haben.

In Abbauen, deren Auskohlung begonnen war, wurde der Kohlensäuregehalt in der Grubenluft, und zwar:

a) in einem Abbau mit fester grobstückiger Kohle auf 1.11 Volumpercent (zur Zeit des Versuches 747.8 mm Barometerstand, plus 21 Grad Temperatur, 82 Percent Feuchte),

b) in einem Abbau mit milder Kohle sehr feinkörnig fallend, auf 2.18 Volumpercent (zur Zeit des Versuches 746.8 mm Barometerstand, plus 20.2 Grad Temperatur, 83 Percent Feuchte) befunden.

In einem durch längere Zeit unbefahrenen von einer Wetterstrecke ausgetriebenen Querschlage wurde auf 110 Meter von dem Wetterstrom entfernt der Kohlensäuregehalt in den Wettern mit 0.88 Volumpercenten festgestellt.

In den ausziehenden Wettern wurde der Kohlensäuregehalt mit 1.332 in dem einen und mit 1.65 Volumpercenten in dem zweiten ausziehenden Schachte ermittelt. (Zur Zeit des Versuches 746 mm Barometerstand, plus 23.2 Grad Temperatur, 85 Percent Feuchtegehalt.)

Behufs möglichst angenäherter Feststellung der aus den Spalten und Klüften des Braunkohlenflötzes exhalirten Menge Kohlensäure wurde aus der Hauptbewetterungsstrecke, 125 Meter von dem einfallenden Schachte entfernt, ein Querschlag im Braunkohlenflötz ausgetrieben und nach Einleitung der frisch einfallenden Wetter, welche einer möglichst genauen Analyse auf ihren Kohlensäuregehalt unterzogen worden sind, luftdicht abgeschlossen.

Auf gleiche Art, wie im Absatze III al. c angegeben, wurden die Beobachtungen über die Sauerstoffabnahme in dem luftdicht abgeschlossenen Luftkubus in Zwischenräumen von anfänglich alle 24 Stunden, dann je in 6 Stunden so lange fortgesetzt, bis sichergestellt wurde, dass in dem luftdicht abgesperrten Querschlag der gesammte in den eingeleiteten Wettern enthalten gewesene Sauerstoff von dem Braunkohlenflötze absorbirt sei, worauf zu der Constatirung

des Kohlensäuregehaltes der in dem abgesperrten Raum befindlichen Luft geschritten werden konnte.

Die Ermittlung des Kohlensäuregehaltes in dem abgesperrten Luftkubus fand in der Art statt, dass aus demselben eine entsprechende Menge Luft abgesaugt, dieselbe über Chlorcalium, dann durch Kalilauge, schliesslich über Kaliumhydroxyd geleitet wurde.

Durch diese chemische Analyse wurden in 1000 Litern der abgesperrten Luft um 0.0122 Kilogramm Kohlensäure mehr constatirt, als in den eingeleiteten frischen Wettern vorher enthalten war.

Die aufgestellte Berechnung hat ferner ergeben, dass während der Absperrungsdauer pro Stunde und pro Quadratmeter von der den abgesperrten Luftkubus umfassenden Braunkohlenflötzfläche 0.0000977 Kilogramm = 0.0000494 Kubikmeter Kohlensäure von Null Grad Temperatur und 760 mm Barometerstand exhalirt worden sein mussten.

Wiederholt nach Ablauf der doppelten und dreifachen Absperrungsdauer vorgenommene Analysen haben ergeben, dass der Kohlensäuregehalt in dem abgesperrten Luftkubus um das Doppelte, beziehungsweise Dreifache zugenommen hat.

Weiter wurde constatirt, dass die Diffusion der abgesperrten Wetter mit Kohlensäure in allen Höhen des Querschlagcs dieselbe war. Es erscheint daher die Annahme gerechtfertigt, dass sowohl aus den Klüften des Flötzes in den Streckenulmen, Firsten, Ortsstosz und der Querschlagssohle per Flächeneinheit in gleichen Zeiträumen gleiche Mengen Kohlensäure exhalirt worden seien.

Die Resultate wiederholt vorgenommener Versuche haben keine wesentliche Abweichung ergeben, weshalb die Kohlen-

säureexhalation, wie oben bereits gesagt, als eine stetige und in ein und demselben Flötz sich auf die Dauer gleichbleibende erachtet werden darf.

Erwähnt muss werden, dass in dem abgesperrten Luftkubus keine fremden Stoffe vorhanden waren, welche zu der Entwicklung von Kohlensäure Veranlassung geben konnten; dass ferner der Versuchsquerschlag in einem entwässerten, in jeder Beziehung in normalem Zustande befindlichen Braunkohlenflötz ausgetrieben war, wie solches im Absatze III eingehender beschrieben ist.

Wie aus den angeführten Versuchen hervorgeht, exhalirt feste dichte Braunkohle weniger Kohlensäure als die lockere kurzklüftige Braunkohle.

Nachdem der Versuch auf Ermittlung der Kohlensäureexhalationsmengen in einem Braunkohlenflötz stattgefunden hat, woselbst die Beschaffenheit der Braunkohle ein Mittel ding zwischen der stark zerklüfteten lockeren und der wenig zerklüfteten festen Braunkohle bildet, so kann das ermittelte Resultat immerhin als ein Mittelwerth für das Braunkohlenvorkommen im nordwestlichen Böhmen angenommen werden, welcher sich auf Grund der in frisch geworfenen Abbauen mit verschiedenartiger Kohlenbeschaffenheit erhaltenen Resultate, selbst in sehr stark zerklüfteten Braunkohlenflötzen, kaum auf das Doppelte steigern dürfte.

Ich begehe daher keinen wesentlichen Fehler, wenn ich annehme, dass in entwässerten Braunkohlenflötzen, wie solche auf den Nelsonschächten in Ossegg, Juliusschacht III, dem Victoriaschacht bei Brüx und den Plutoschächten bei Bruch aufgeschlossen sind, die Kohlensäureexhalation per ein Quadratmeter der den Luftkubus der Grube umfassenden Braunkohlenflötzfläche in der Stunde das Doppelte des gefundenen Werthes nicht übersteigt, mithin höchstens $(0.0000977 \times 2) = 0.0001954$ Kilogramm betragen dürfte.

In Braunkohlenflötzen, wie solche auf den Grubenbauen der Dux-Bodenbacher Eisenbahn, dann in Ullersdorf, Bilin, Tschausch vorkommen, kann die Kohlensäureexhalation pro Stunde und Quadratmeter mit 0.0000977 Kilogramm, und in Braunkohlenflötzen von der Beschaffenheit wie auf den Georgschächten in Oberleutensdorf noch unter diesem Werthe angenommen werden.

Mögen diese von mir veranlassten Ermittlungen über die Kohlensäureexhalation des Braunkohlenflötzes Grund geben zu eingehenden Untersuchungen in allen Grubenbauen. Ich glaube mit Recht annehmen zu dürfen, dass wesentliche Unterschiede gegenüber den von mir gefundenen Werthen kaum constatirt werden dürften.

ad d. Ueber die aus den Grubenwässern ausgeschiedenen und bei der Oxydation animalischer und vegetabilischer Stoffe, sowie bei Grubenbrand erzeugte Kohlensäure und Sprenggase.

Ueber die Menge der aus den Grubenwässern gasförmig ausgeschiedenen Kohlensäure lassen sich von Fall zu Fall bestimmte Ziffern aufstellen. Immerhin kommt es sehr selten vor, dass von dem Grubenwasser nennenswerthe oder aber grössere Mengen Kohlensäure gasförmig ausgeschieden werden.

Auch über die Menge der durch Oxydation animalischer und vegetabilischer Stoffe entwickelten Kohlensäure kann nichts Bestimmtes gesagt werden; nachdem jedoch die auf solche Art entwickelten Mengen Kohlensäure im Verhältnisse zu der durch die Menschen, Grubenlichter und das Braunkohlenflötz selbst producirten Kohlensäure sehr gering sind, können dort, wo auf die stete Bauhafterhaltung der Grube in

all ihren Theilen Bedacht genommen wird, jene füglich ausser Betracht gelassen, eventuell ein kleiner Zuschlag für solche angenommen werden. —

Bei Grubenbränden wird auch Kohlensäure, zumeist aber Kohlenoxydgase erzeugt, auf deren rasche Beseitigung Bedacht genommen werden muss. Grubenbrände gehören zu den zufälligen und seltenen Vorkommnissen in einer Grube, und es sollen überhaupt dort, wo solche nicht zu vermeiden sind, alle Einrichtungen getroffen sein, um dieselben rasch localisiren zu können.

Hinsichtlich der Beseitigung der gesundheitsschädlichen Einwirkung jener bei der Anwendung von Sprengstoffen eintretenden Gasentwicklung genügt es, wie bereits in der Einleitung gesagt, wenn ein Zuschlag zu der ermittelten Menge der in den Grubenbauen producirten Kohlensäure vorgenommen wird, weil Sprengstoffe nur zeitweilig und in geringen Mengen angewendet werden, daher die entsprechenden Gasentwicklungen in Anbetracht der eingeleiteten grösseren Luftmengen bedeutungslos sind.

Nachdem für die in diesem Absatze behandelten Momente bestimmte Werthe für die producirten Kohlensäuremengen und sonstigen Gasentwicklungen nicht aufgestellt werden können, da ferner selbe bedeutungslos erscheinen, so genügt, wenn zum Zwecke der Beseitigung der eventuell dennoch gesundheitsschädlichen Einwirkung derselben zu der gesammten sub Absatz a, b, c ermittelten Kohlensäuremenge ein geringer Zuschlag hinzugerechnet wird, welcher der jeweiligen Ausdehnung des Grubenbaues entspricht.

Wird erwogen, dass bei regelrechtem Betriebe die Grösse der Belegschaft einer Grube mit der Ausdehnung derselben in einem geraden Verhältnisse steht, so kann auch kein wesentlicher Fehler begangen werden, wenn zur Beseitigung der gesundheitsschädlichen Einwirkung für die sub diesem

Absatze angeführten, auf die Kohlensäureproduktion und sonstigen Gasentwickelungen zeitweilig Einfluss übenden Momente 5 Percent der durch die beschäftigten Arbeiter und Arbeitsthierc producirtcn Kohlensäure hinzugerechnet wird. Auf Grund der von mir gemachten Beobachtungen und Erfahrungen ist dieser Zuschlag hinreichend hoch bemessen.

Die äusserst selten vorkommenden Ausscheidungen abnorm grosser Quantitäten Kohlensäure aus den zusitzenden Grubenwässern erfordern vorkommenden Falles selbstredend die entsprechende Beachtung bei der Bestimmung des erforderlichen Ventilationsluftquantums.

V. Ueber die Beschaffenheit der einfallenden Wetter auf der Sohle des Luftschachtes, ferner bei Eintritt derselben an den Arbeitsorten und über ihre Temperaturerhöhung in den Grubenbauen.

Die in die Grubenbaue eingeleitete atmosphärische Luft wird, bevor dieselbe zu den Arbeitsorten gelangt, hinsichtlich ihrer Temperatur und des Sauerstoffgehaltes eine Veränderung erleiden, welche von der Tieflage der Grubenbaue abhängig ist. Auch tritt an den Arbeitsorten eine Erhöhung der Lufttemperatur ein.

Ich stelle auf Grund des Nachfolgenden den Satz auf, dass die Temperatur der Grubenluft bei Tieflagen der Braunkohlenbaue über 300 Meter Teufe durch Zuleitung atmosphärischer Luft, wenn der Weg, welchen die einfallenden Wetter von der Sohle des Luftschachtes bis zu den Arbeitsorten zurückzulegen haben, ein verhältnismässig grösserer ist, niemals unter die der betreffenden Tieflage zukommende natürliche Temperatur des Braunkohlenflötzes herabgesetzt werden kann; dass ferner die durch Wärmeabgabe der Arbeiter und Arbeits-

thiere nebst der Grubenflammen stattfindende Erhöhung der Temperatur der Grubenluft nur zum geringen Theile durch die Zuleitung grösserer Quantitäten atmosphärischer Luft ermässigt zu werden vermag.

- a. Einwirkung der Tieflage der Grubenbaue auf die Temperaturveränderung der in die Grubenbaue eingeleiteten atmosphärischen Luft.

Die in den verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Temperatur dringt bekanntlich bis zu einer gewissen Tiefe in das anstehende Gebirge ein, in dessen Teufe eine constante mit der mittleren Jahrestemperatur übereinstimmende Temperatur befunden wird. Diese Tiefe, in welcher die Gesteinstemperatur sich constant bleibt und mit der mittleren Jahrestemperatur der Ortslage übereinstimmt, ist je nach der Gebirgsart eine verschiedene, mit der zunehmenden Tiefe in einem gewissen Verhältnisse sich stetig erhöhende. So z. B. wurden von Hopkins und Fairbairn Beobachtungen über die zunehmende Temperatur des anstehenden Gebirges gemacht und gefunden, dass auf je 29.944 bis 35.661 Meter die Gebirgstemperatur um 1 Grad Celsius zunimmt. — Von mir selbst auf verschiedenen Orten während des Schachtteufens gemachte Beobachtungen haben ergeben, dass im trockenen geschichteten Letten (eisenhaltiger und quarzreicher Thon) zwischen 28 bis 31 Meter Teufe die Gebirgstemperatur sich constant bleibt, und mit der der geographischen Lage des Ortes entsprechenden mittleren Jahrestemperatur übereinstimmt. Ueber die Zunahme der Temperatur mit der zunehmenden Teufe habe ich divergirende Resultate beobachtet. Wesentlich wird jedoch der Fehler nicht sein, wenn (in Ansehung der geologischen Ablagerungsverhältnisse im nordwestböhmischem Braun-

kohlenbecken) angenommen wird, dass bei 30 Metern Teufe die constante Gebirgstemperatur jener der mittleren Jahrestemperatur gleichkommt, und dass sich dieselbe bei je 30 Meter grösserer Tieflage stets um ein Grad Celsius erhöht.

Wird für unsere geographische Lage die mittlere Jahrestemperatur mit plus 12.5 Grad Celsius und die Temperaturzunahme um je 30 Meter grösserer Teufe mit 1 Grad Celsius angenommen, so finden wir beispielsweise in 325 Metern Teufe die Gebirgstemperatur mit 22.34 Grad Celsius. Diese Temperatur besitzt daher auch das in dieser Teufe abgelagerte Braunkohlenflötz, und wird bei Einleitung der atmosphärischen Luft in Grubenbaue solcher Tieflage in Folge des Contactes der eingeleiteten atmosphärischen Luft mit dem anstehenden Gebirge und dem Braunkohlenflötze, durch die Wärmestrahlung und durch die Luftberührung ein Ausgleich zwischen der Temperatur der eingeleiteten Wetter und jener des anstehenden Gebirges stattfinden. Entsprechend dem Gesagten wird also die Temperatur der eingeleiteten Wetter in den Grubenbauen bei grösseren Tieflagen (zu welchen 325 Meter Teufe gehören) niemals, selbst nicht zur Winterszeit, unter die Temperatur des anstehenden Gebirges sinken; es wäre denn, dass die Verhältnisse, unter welchen die atmosphärische Luft in die Grubenbaue eingeleitet wird, derartige wären, dass in Folge der kurzen Zeit, welche die eingeleitete atmosphärische Luft zum Zurücklegen des Weges bis zu den Arbeitsorten braucht, ein Ausgleich der beiderseitigen Temperatur nicht stattfinden vermag. Die Länge des Weges, welchen die einfallenden Wetter bis zum Moment des Ausgleiches ihrer Temperatur mit der Temperatur des Gebirges zurückzulegen haben, kann durch Berechnung festgestellt werden.

Ich lege dieser Berechnung in dem gewählten Beispiele die günstigsten Verhältnisse zu Grunde, nämlich als Temperatur Obertags für die in die Grubenbaue eingeleitete atmo-

sphärische Luft unsere durchschnittlich niedrigste Wintertemperatur mit Minus 12.5 Grad Celsius.

Nehme ich nun an, dass aus den Grubenbauen pro Minute 1250 Kubikmeter Wetter ausziehen, sehe ich ferner von der Ausdehnung, welche die einfallenden Wetter in Folge der erhöhten Temperatur erleiden, ab, so berechnet sich die Menge der pro Sekunde einfallenden Wetter mit 20.833 Kubikmeter. Nehme ich weiter an, dass von der Sohle des gemauerten Luftschachtes kreisförmigen Querschnittes mit 3.2 Meter Diameter, die Weiterleitung der Wetter zu den Arbeitsorten durch zwei gleich grosse Hauptbewetterungsstrecken kreisförmigen Querschnittes von je 2 Meter Diameter erfolgt, so wird durch Berechnung gefunden, dass die einfallenden Wetter auf der Sohle des Luftschachtes in 325 Metern Teufe bereits eine Temperatur von plus 4.44 Grad Celsius besitzen werden, und dass in 295 Metern Erstreckung der in dem Braunkohlenflötze ausgetriebenen und mit Kalkmörtel verputzten Bewetterungsstrecken die einfallenden Wetter die Temperatur des anstehenden Gebirges, im vorliegenden Falle die Temperatur des Braunkohlenflötzes (siehe Eingang dieses Absatzes), das sind 22.34 Grad Celsius, angenommen haben werden.

Hieraus resultirt, dass, sobald die Hauptarbeitsorte sich von der Sohle des Luftschachtes über 295 Meter entfernt befinden, die Temperatur der Wetter in dieser Grube niemals unter plus 22.34 Grad Celsius zu sinken vermag.

Wenn auch die doppelte Ventilationsluftmenge, das sind 2500 Kubikmeter pro Minute, mit der in Ansehung der Arbeitsverhältnisse zulässigen grössten Geschwindigkeit für die Bewegung der Wetter, in die Grube eingeleitet werden sollte, so ergibt die Berechnung, dass auf 590 Meter von dem Luftschachte entfernt der Ausgleich der Temperatur bereits stattgefunden haben wird. Erfahrungsgemäss darf die Ge-

schwindigkeit der Wetter an den Arbeitsorten über 1 bis $1\frac{1}{4}$ Meter pro Sekunde nicht wesentlich gesteigert werden, ansonsten die Grubenarbeiter in der Arbeit belästigt werden und die Flammen der hierorts verwendeten offenen Grubenlampen leicht verlöschen.

Nachdem die Geschwindigkeit der Bewegung der Wetter in den Grubenbauen begrenzt ist, so können auch keine beliebig grossen Ventilationsluftmengen den Grubenbauen zugeleitet werden.

Bei dem Umstande, als die Luftschächte bei grossen Tieflagen der Grubenbaue der grossen Kosten wegen bloss in einer beschränkten Anzahl mit Rücksicht auf ihre Ausnutzungsdauer entfernt von den Arbeitsorten angelegt werden müssen, so wird auch der Weg, welchen die einfallenden Wetter bis zu den Arbeitsorten zu beschreiben haben werden, auf längere Dauer ein grösserer sein, weshalb die Temperatur der Grubenluft unter die Temperatur des Gebirges, in welchem gebaut wird, nur dann herabgesetzt werden kann, wenn die Arbeitsorte sich in der Nähe des Luftschachtes befinden. Ein derartiger Fall wird jedoch erst dann eintreten, wenn die Auflassung des Luftschachtes bald bevorsteht.

Mit dem Vorstehenden habe ich nachgewiesen, dass die Temperatur der zu den Hauptarbeitsorten zugeleiteten frischen Wetter bei grösseren Tieflagen der Braunkohlengrubenbaue stets mindestens jener der Tieflage der Grubenbaue zukommenden Temperatur gleichkommt, und dass in dem gewählten Beispiele die Temperatur der frisch eingeleiteten Wetter an den Arbeitsorten mindestens 22.34 Grad Celsius betragen wird.

Dieser Berechnung habe ich die von Dulong und Petit aufgestellten, durch Péclet ergänzten empirischen Formeln für

die gesammte Wärmeemission zu Grunde gelegt, und das Gewicht von einem Kubikmeter atmosphärischer Luft mit 1.29 Kilogramm, ferner die per ein Kilogramm atmosphärischer Luft zu deren Temperaturerhöhung um ein Grad Celsius erforderliche Wärmemenge mit 0.2377 Calorien angenommen.

Für die Wärmestrahlung R in Calorien ist per Quadratmeter und Stunde $R = 124.72 K a^t (a^{T-t} - 1)$

in welcher Formel:

T die Temperatur des Schachtmauerwerkes im einfallenden Schacht und in der weiteren Erstreckung jene der Wände des Saugkanals oder der Hauptbewetterungsstrecke als Emissionsflächen,

t die Temperatur der einfallenden Wetter,

a die constante Zahl 1.0077,

K den Strahlungscoefficienten für Ziegelmauerwerk, gleich 3.6, darstellen.

Für den Wärmeverlust A in Calorien in Folge des Streichens der einfallenden Wetter längs der Schachtmauer und der von der Schachtsohle abzweigenden Bewetterungsstrecke ist

$A = 0.552 K_1 (T-t)^{1.233}$, in welcher Formel K_1 eine nach der Form und den Dimensionen des emittirenden Körpers festzustellende Zahl bedeutet, welche für den kreisförmigen Querschnitt des Wetterschachtes aus der Formel

$$K_1 = \left(0.726 + \frac{0.0345}{\sqrt{r}}\right) \left(2.43 + \frac{0.8758}{\sqrt{h}}\right), \text{ und für den kreisförmigen Querschnitt der Bewetterungsstrecke aus der Formel}$$

$$K_1 = 2.058 + \frac{0.0382}{r} \text{ gefunden wird.}$$

In diesen Formeln ist unter r der Radius des einfallenden Wetterschachtes, in dessen Fortsetzung der Radius des kreisförmigen Querschnittes der Bewetterungsstrecke, und unter h die Länge desjenigen Theiles des Luftschachtes und der

Hauptbewetterungsstrecke zu verstehen, für welche die Berechnung der Wärmeemission vorgenommen wird.

- b. Ueber die Temperaturerhöhung der eingeleiteten frischen Wetter an den Arbeitsorten durch die Arbeiter, Arbeitsthier und das Grubenlicht.

Sowohl durch die Arbeiter und Arbeitsthier als auch durch das Grubenlicht wird an die Umgebung Wärme abgegeben, und auf solche Art die Temperatur der Grubenluft gesteigert.

Diese Temperatursteigerung T^{c^0} in Graden Celsius kann aus der nachstehenden Formel berechnet werden:

$$T^{c^0} = \left[\frac{140.937 (A \times 4 P)}{60} \times 5.75 B \right] \times \frac{1}{L^{m^3} C}$$

In dieser Formel bedeuten:

- A die Anzahl der in den Grubenbauen beschäftigten Arbeiter,
P die Anzahl der verwendeten Pferde,
B die Menge des pro Minute verbrannten Brennöles (Rapsöl) in Gramm,
 L^{m^3} die Menge der den Arbeitsorten minutlich zugeleiteten frischen Wetter in Kubikmetern,
C die Anzahl Calorien, welche nöthig sind, um die Temperatur eines Kubikmeters der zu den Arbeitsorten eingeleiteten Luft um ein Grad Celsius zu erhöhen. Die erforderliche Anzahl Calorien wird ermittelt aus dem Luftgewicht mit Rücksicht auf die in dieser Luft enthaltene Gewichtsmenge Wassergas.

Werden in dieser Formel für die Buchstaben A, P, B die in dem im Verfolge dieser Abhandlung angeführten Beispiele angenommen und die für L^{m^3} und C im Nachhange

ermittelten Werthe eingesetzt, so ergibt sich die Temperaturerhöhung der zu den Arbeitsorten eingeleiteten Wetter mit

$$T^{\circ} = \frac{1}{1215 \times 0.286} \left[\frac{140.937 (200 + [4 \times 6])}{60} + (5.75 \times 52.5) \right] \\ = 2.35^{\circ}.$$

Zu der Aufstellung vorstehender Formel gelangte ich:

1. durch die Ermittlung der an die Umgebung abgegebenen nutzbaren Wärmemenge, welche
 - a. von den Arbeitern,
 - b. von den Arbeitsthieren,
 - c. von den Grubenlichtern erzeugt wird, und
2. aus den auf die Temperaturerhöhung einwirkenden Momenten.

- a. Ermittlung der von den Arbeitern an die Umgebung abgegebenen Wärmemenge.

Bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde von Lavoisier die Körperwärme der Menschen und Thiere als eine Folgeerscheinung chemischer Processe, welche im Körper vor sich gehen, ausgesprochen und von Regnault um Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts dieser Ausspruch bestätigt. Diese chemischen, im menschlichen Körper vor sich gehenden Processe bestehen im Wesentlichen in der durch Einathmung des Sauerstoffes eintretenden Oxydation des Blutes und Ausscheidung von Kohlensäure, wobei gleichzeitig an die Umgebung des menschlichen Körpers Wärme abgegeben wird.

Diese durch den Lebensprocess entwickelte Wärme ist von der aufgenommenen Menge Sauerstoffes abhängig. Nach Combes absorbirt ein erwachsener Mensch innerhalb 24 Stunden 0.572 Kubikmeter gleich 0.8178 Kilogramm Sauerstoff. Nach Kuborn verbraucht ein Arbeiter in derselben Zeit

0.86 Kilogramm Sauerstoff. Andral und Gavarret haben für einen erwachsenen Menschen von 20 bis 40 Jahren die Sauerstoffabsorption innerhalb 24 Stunden mit 0.914 Kilogramm ermittelt. Für den gleichen Zeitraum geben die Sauerstoffabsorption eines erwachsenen Menschen auf Grund eingehender Versuche

Lavoisier und Seguin mit 1020 Gramm

Menzies „ 1147 „

Davy „ 1025 „

Allen und Pepys . „ 877 „

an.

Nachdem im Zustande der Bewegung, zufolge der Beschleunigung der Respiration und des Stoffwechsels, die Wärmeabgabe grösser ist, so will ich der Berechnung über die durch den Lebensprocess des Menschen an die Umgebung abgegebene Wärmemenge als Mittelwerth den von Davy mit 1025 Gramm ermittelten Werth zu Grunde legen, wenn auch von Kuborn für einen Bergarbeiter die in 24 Stunden absorbirte Sauerstoffmenge mit bloss 0.914 Kilogramm angegeben wird.

Ueber den an die Umgebung abgegebenen Wärmewerth des durch den Lebensprocess absorbirten Sauerstoffes hat G. A. Hirn ausgedehnte Versuche vorgenommen und ermittelte dabei das Resultat, dass für jedes Gramm des beim Athmen absorbirten Sauerstoffes durchschnittlich 4.4 Calorien auf die Umgebung übergehen. Diesem zufolge würden einem Kilogramm absorbirten Sauerstoffes für die an die Umgebung übergehende Wärmemenge 4400 Calorien entsprechen.

Nach Pettenkofer's und Voit's Ansicht hat Hirn, weil von ihm die Versuche bloss zur Tageszeit vorgenommen worden sind, einen zu grossen Wärmewerth ermittelt, nachdem von dem ruhenden Menschen in 12 Tagesstunden 33%, in den Nachtstunden 67% des in 24 Stunden aufgenommenen Sauer-

stoffes absorbirt werden, während die Kohlensäureausscheidung sich verkehrt verhält.

Pettenkofer und Voit haben daher auf Grund ihrer Forschungen den von Hirn ermittelten Werth herabgesetzt und die einem Kilogramm des bei der Respiration zur Tag- und Nachtzeit absorbirten und verbrauchten Sauerstoffes entsprechende, nutzbare Wärmemenge mit 3300 Calorien festgestellt, von welcher Wärmemenge ein Abzug für die Verdampfung des Perspirationswassers nicht zu machen ist.

Die von einem Bergarbeiter pro Stunde an die Umgebung abgegebene nutzbare Wärmemenge W_{cal} : berechnet sich daher nach Davy, Pettenkofer und Voit auf

$$W_{cal} = \frac{1025 \times 3.3}{24} = 140.937 \text{ Calorien.}$$

- b. Feststellung der von den Arbeitsthieren an die Umgebung abgegebenen Wärmemenge.

Ueber die von den Arbeitsthieren an die Umgebung abgegebene Wärmemenge konnte ich keine veröffentlichten Daten finden.

Ich muss daher, den allgemeinen Annahmen folgend (dass das Pferd an Sauerstoff den vierfachen Bedarf des Menschen benöthigt), mich darauf beschränken, im vorliegenden Falle als einen angenäherten Werth die vierfache Menge der von dem Menschen an die Umgebung abgegebenen nutzbaren Wärmemenge für das Pferd mit

$$4 \times 140.937 = 563.748 \text{ Calorien}$$

pro Stunde anzunehmen.

- c. Ermittlung der von den Grubenlichtern an die Umgebung abgegebenen Wärmemenge.

Die an die Umgebung von einem Grubenlicht (Grubenflamme) abgegebene nutzbare Wärmemenge berechnet sich aus der Menge des zur Beleuchtung aufgewendeten Brennöles. Allerdings kommt dabei die Qualität desselben in Betracht. Ich lege jedoch der Berechnung bestes Brennöl deshalb zu Grunde, weil dasselbe bei seiner Verbrennung eine grössere Wärmemenge entwickelt als minder gutes, verunreinigtes Brennöl.

Erfahrungsgemäss werden von einer hierseitig in Verwendung stehenden Grubenlampe pro Stunde 15 Gramm Brennöl aufgebraucht. Die bei der Verbrennung an die Umgebung abgegebene Wärme ist je nach Beschaffenheit des verwendeten Brennöles, des Doctes und der Lampenconstruction verschieden. Dieselbe schwankt per ein Gramm verbrannten Oeles zwischen 4 bis 7.5 Calorien.

Mit Rücksicht auf die hierseitig in Verwendung stehende Lampenconstruction dürfte daher mit dem Mittelwerthe von 5.75 Calorien pro Gramm verbrannten Oeles der höchste Werth für die an die Umgebung abgegebene nutzbare Wärmemenge bereits erreicht sein, welchen Werth ich vorkommenden Berechnungen zu Grunde lege.

2. Ueber die Temperaturerhöhung der Grubenluft durch die von den Arbeitern, Arbeitsthieren und dem Geleuchte an die Umgebung abgegebene Wärme, sowie über die Möglichkeit der Herabsetzung dieser Lufttemperatur.

Die von den Arbeitern, Arbeitsthieren und den Grubenlampen an die Umgebung nutzbar abgegebene Wärme ver-

theilt sich auf den ganzen Luftkubus an den Arbeitsorten, in welchen die Luft durch die zugeleiteten frischen Wetter stetig erneuert wird.

Es wird somit die Menge der in einer Zeiteinheit den Grubenbauen (beziehungsweise Arbeitsorten) zugeführten frischen Wetter durch die in derselben Zeit an den Arbeitsorten entwickelte Wärmemenge eine Temperaturerhöhung erfahren, welche verhältnismässig um so grösser sein wird, je trockener die zugeleiteten Wetter sind, weil die trockene Luft für die Temperaturerhöhung eines Kilogramms um ein Grad Celsius bloss 0.2377 Calorien, hingegen ein Kilogramm Wassergas 0.475 Calorien erfordert. Um daher die Temperatursteigerung ermitteln zu können, muss die Beschaffenheit der zu den Arbeitsorten eingeleiteten Wetter bekannt sein.

Nehmen wir beispielsweise an, dass die eingeleitete frische Luft mit plus 22.34 Grad Celsius bei einem Barometerstand von 760 mm mit Wassergas gesättigt zu den Arbeitsorten gelangt, so wird dieselbe per ein Kubikmeter 1.182809 Kilogramm Gewicht besitzen, unter welchem 0.019931 Kilogramm Wassergas enthalten sind. Soll daher die Temperatur eines Kubikmeters dieser Luft um ein Grad Celsius erhöht werden, so sind zu diesem Zwecke 0.286 Calorien erforderlich.

Für das von mir in dieser Abhandlung angeführte Beispiel nehme ich ferner an, dass die abziehenden Wetter unter Umständen eine Maximaltemperatur von 30 Grad Celsius erreichen können. Hiernach würden dieselben um 7.66 Grad Celsius höher temperirt sein, als die den Arbeitsorten zugeleiteten frischen Wetter, woraus sich die Volumvergrösserung mit 2.8 Percent ergibt. Wenn nun die sub Absatz V mit 1250 Kubikmeter pro Minute angenommene Menge Wetter aus den Grubenbauen angesaugt wird, so werden dementsprechend bloss 1215 Kubikmeter von plus 22.34 Grad Celsius den Arbeitsorten zugeleitet.

Wie aus dem im Eingange des Absatzes V b berechneten Beispiele zu entnehmen ist, wird an den Arbeitsorten die Temperatur der Grubenluft $(22.34 + 2.35) = 24.69$ Grad Celsius dann betragen, wenn per Minute 1215 m^3 frischer Wetter zugeleitet werden.

Wird das nahezu doppelte Quantum (2300 m^3) frischer Wetter per Minute den Arbeitsorten zugeleitet, so beträgt die Temperatursteigerung bloß 1.258 Grad Celsius, und erst bei Zuleitung von 4460 Kubikmeter frischer Wetter pro Minute kann die Einwirkung der Temperaturerhöhung der Grubenluft in Folge der Wärmeabgabe durch die daselbst beschäftigten Arbeiter, Arbeitsthier und das Geleuchte nahezu behoben und auf die der Tieflage der Grubenbaue zukommende Temperatur herabgesetzt werden.

Nachdem jedoch bei der Zuleitung von 2300 — 2400 Kubikmetern Luft pro Minute ziemlich die Grenze der zulässigen grössten Geschwindigkeit in der Wetterbewegung an den Arbeitsorten und den zu befahrenden Strecken (normale Betriebsverhältnisse vorausgesetzt) erreicht sein wird, so ist auch eine Herabsetzung der Lufttemperatur unter $(22.34 + 1.258) = 23.598$ Grad Celsius in den Grubenbauen des behandelten Beispiels nicht möglich.

VI. Ueber die Zulässigkeit der Anwendung von Dampfstrahlventilatoren.

Neuerer Zeit werden dort, wo es sich um keine allzugrossen Ventilationsluftmengen handelt, zur Ventilation auch Dampfstrahlventilatoren angewendet. Dieselben haben gegenüber anderen Ventilationsmaschinen Vortheile, welche in wesentlich geringeren Anlagekosten, in dem Weg-

falle jeglicher Wartung, des Materiales und der Reparatur bestehen. Dagegen bedürfen sie zu ihrem Betriebe viel Dampf. Die Angaben über den Dampfverbrauch von Dampfstrahlventilatoren sind sehr verschieden, immerhin jedoch so gross, dass dort, wo das Brennmaterial Werth besitzt, ihre Anwendung trotz der gebotenen Vortheile nicht angerathen werden kann.

Wird jedoch erwogen, dass bei geeigneter Rostconstruction ein Kilogramm Braunkohlenstaub durchschnittlich $2\frac{3}{4}$ Kilogramm Wasser verdampft, und im nordwestböhmisches Braunkohlenbecken ausser den im Jahre 1890 zur Verwerthung gebrachten 12.1 Millionen Tonnen Braunkohlen circa eine Million Tonnen Braunkohlenstaub mangels Verwerthung auf die Halde oder in Brüche gestürzt worden sind, so erscheint es wohl gerechtfertigt, auf einen Vergleich zwischen Dampfstrahl- und anderen Ventilationsmaschinen einzugehen.

Auf der Nelson-Colliery in Ossegg wurde zur Ventilation der allerdings sehr ausgedehnten Grubenbaue ein Dampfstrahlventilator Nr. XII verwendet und dessen Leistung nachstehend festgestellt:

Als Mittel aus 7 Beobachtungen wurde constatirt, dass dieser Ventilator pro Minute 1196 Kubikmeter Wetter, von plus 21.5 Grad Celsius Temperatur mit 90.3 Percent Feuchtegehalt bei einer Depression von 12 Millimeter Wassersäule im Saugkanal nahe bei dem Ventilator angesaugt hat.

Zwei solche Dampfstrahlventilatoren vermögen daher pro Minute 2390 Kubikmeter Wetter gleicher Beschaffenheit anzusaugen.

Die Lufttemperatur ober Tag betrug plus 8.6 Grad Celsius mit 54 Percent Feuchtegehalt bei einem Barometerstand von 743.3 Millimeter.

Auf 1000 Kubikmeter angesaugter Wetter entfiel ein Dampfverbrauch von 33.18 Kilogramm bei 4 Atmosphären Ueberdruck.

Vergleiche ich diesen Dampfverbrauch mit dem der Betriebsdampfmaschine eines Guibalventilators, welcher pro Minute gleichfalls 2390 Kubikmeter Wetter anzusaugen vermag, zu seinem Betriebe circa 75 Pferdekkräfte erfordert, pro Stunde und Pferdekraft 14 Kilogramm, mithin für 1000 Kubikmeter angesaugter Wetter circa 7.5 Kilogramm Dampf verbraucht, so resultirt daraus, dass Dampfstrahlventilatoren etwa viereinhalbmal so viel Dampf benöthigen, als die Betriebsdampfmaschine eines Guibalventilators gleicher Leistung.

Es ist somit gerechtfertigt, dort, wo das Brennmaterial nicht kostenfrei beschafft werden kann, auf die Anwendung von Dampfstrahlventilatoren zu verzichten.

Im nordwestböhmischen Braunkohlenbecken jedoch, woselbst das zur Erzeugung des Dampfes erforderliche Brennmaterial an jeder Grube (der Braunkohlenstaub) kostenfrei zu haben ist, und unter Umständen durch dessen Verwendung zur Feuerung andere Ausgaben, auch lästige Konsequenzen, welche durch das Abstürzen des Kohlenstaubes auf Halden entstehen, vermieden werden können, ist es keineswegs unvortheilhaft, Dampfstrahlventilatoren an Stelle anderer Ventilationsmaschinen anzuwenden. Schon allein die Rücksicht auf die erhöhte Betriebssicherheit sollte nicht übersehen werden, indem bei Dampfstrahlventilatoren Betriebsstillstände so zu sagen ausgeschlossen sind, was von anderen Ventilationsmaschinen nicht gesagt werden kann.

VII. Ein Vorschlag zur Ventilation von Grubenbauen auf mächtigen Braunkohlenflötzen in grösseren, 300 Meter übersteigenden Tieflagen.

Bei der Zugrundelegung eines normalen Grubenbetriebes und diesem entsprechender Grubenausdehnung wurde im Ab-

satze III nachgewiesen, dass das Braunkohlenflötz verhältnismässig mehr Sauerstoff absorbiert, als solcher für den Athmungsprocess der Grubenarbeiter und für die Erhaltung der Beleuchtung erfordert wird, und aus Absatz IV resultirt, dass bei Voraussetzung der gleichen, im Eingange citirten Bedingung das Braunkohlenflötz in gleichen Zeiträumen nahezu ebensoviel Kohlensäure exhalirt, als von den in den Grubenbauen beschäftigten Arbeitern ausgeathmet wird.

In Bezug auf die Lufttemperatur in den Grubenbauen ist im Absatze V der Nachweis geliefert, dass dieselbe bei grösseren (300 Meter übersteigenden) Tieflagen, unter die dem Braunkohlenflötze (vermöge seiner Tieflage) zukommende Temperatur nur dann herabgesetzt werden kann, wenn der Weg, welchen die eingeleiteten frischen Wetter bis zu den Arbeitsorten zurückzulegen haben, ein verhältnismässig kurzer ist.

Diese drei Momente, insbesondere aber die zwei letzteren sprechen dafür, die frischen Wetter auf dem kürzesten Weg den Arbeitsorten zuzuführen und in den Hauptbewetterungsstrecken Einrichtungen zu treffen, durch welche die Kohlensäureexhalation des Braunkohlenflötzes möglichst gehindert wird.

Bisher werden in allen Braunkohlengrubenbauen des nordwestböhmisches Beckens die Wetter von dem einfallenden Schachte durch die auf der Bausohle ausgetriebenen Strecken den Arbeitsorten zugeführt und von dort dem ausziehenden Schachte auf derselben Bausohle zugeleitet.

Nachdem die Flötmächtigkeit, welche auf einmal in Abbau genommen wird, zwischen 12 bis 18 Meter schwankt, die Ausführung des Abbaues in zwei Etagen nicht anempfohlen werden kann, so ist selbstredend, dass die Ventilation in den höheren Lagen der Abbaue eine äusserst mangelhafte ist, so zum Beispiel für die das Schlitzen in den Abbauen be-

sorgenden Arbeiter. Aus diesem Grunde sind auch in den Abbauen zumeist schlechte Wetter mit höherer Temperatur vorhanden.

Dem Gesagten zufolge anempfiehlt es sich somit, die einfallenden Wetter auf dem möglichst kürzesten Wege den Arbeitsorten zuzuführen, die Strecke für die einfallenden Wetter gegen die durch das Braunkohlenflötz bewirkte Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexhalation zu versichern, endlich die Strecke für die abziehenden Wetter in einer höheren Lage des Flötzes als derjenigen auszutreiben, in welcher die Bausohle sich befindet und die Strecken für die einfallenden Wetter aufgefahren sind.

Diese Massnahmen sind erfüllbar.

Es empfiehlt sich, die Entwetterungsstrecken auch aus dem Grunde in einen höheren Horizont als jenen der Bausohle zu legen, weil die erwärmten Wetter leichter abgesaugt und etwa vorkommende Kohlenwasserstoffgase weniger gefährlich zu werden vermögen, indem auf solche Art einem Anhäufen dieser Gase leichter begegnet werden kann.

Die einfallenden Wetter können von dem Luftschachte je nach Erfordernis durch eine oder zwei in möglichst gerader Richtung ausgetriebene Strecken bis in die Nähe des in Auskohlung befindlichen Feldestheiles gebracht und von da aus durch ein auf das dringend Nöthigste beschränkte Streckennetz den Abbauen zugeleitet werden.

Gegen die Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexhalation des die Wetterstrecke umfassenden Braunkohlenflötzes schützt man sich am besten durch die Verkleidung der Streckenulme, Firste und Sohle vermittels eines Mörtelverputzes oder einer Ziegelverkleidung. Auf den von mir geleiteten Braunkohlen-

werken sind die Firste und Ulme der Hauptbewetterungs- und Entwetterungsstrecken mit einem Mörtelputz verkleidet, welcher sich bestens bewährt.

Die Kosten des ersten Verputzes stellen sich per Quadratmeter bei den gegenwärtigen Lohnsätzen und Materialpreisen auf 13 kr. Ö. W. Die Erhaltungskosten belaufen sich einem zehnjährigen Durchschnitt zufolge auf 0.75 kr. per Quadratmeter und Jahr. Nehme ich beispielsweise für die Hauptbewetterungs- und Entwetterungsstrecken einen kreisrunden Querschnitt von 2^m Diameter an, so berechnen sich pro Meter Streckenlänge die ersten Kosten des Verputzes auf etwa 82 kr. ö. W., die Erhaltungskosten per Jahr auf etwa 4³/₄ kr. ö. W. Für den rechteckigen Streckenquerschnitt bei 2.5 Meter Breite und 2 Meter Höhe stellen sich die ersten Kosten des Verputzes per Meter Streckenlänge auf circa 1 fl. 20 kr., die Erhaltungskosten pro Jahr auf nahezu 6 kr. ö. W.

Genügt der Mörtelverputz nicht und muss die Verkleidung der die Strecke umfassenden Braunkohle vermittels Mauerziegel erfolgen, so berechnen sich die Kosten bei den bestehenden Lohnsätzen und Materialpreisen per Meter Streckenlänge für den kreisförmigen Querschnitt mit 2 Meter Diameter auf etwa 5 fl. ö. W., und bei dem rechteckigen Streckenquerschnitt von 2.5 Meter Breite und 2 Meter Höhe auf circa 4 fl. ö. W. Im letzteren Falle werden die Ulmen mit Ziegeln verkleidet, die Firste und Sohle mit Mörtel verputzt. Die Reparaturen entfallen und bei Abwerfen der Wetterstrecke werden die Ziegel rückgewonnen.

Abgesehen von der durch die Verkleidung der Streckenulme und Firste bewirkten Verhinderung der durch das Braunkohlenflötz stattfindenden Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexhalation, wird auf solche Art auch die Verwitterung der Braunkohle an den Streckenulmen und Firsten hintangehalten.

Sollen die abziehenden Wetter durch Strecken abgeleitet

werden, welche in einem über der Bausohle befindlichen Horizont gelegen sind, so müssen zwei solcher Strecken, von welchen die eine als Reservestrecke zu dienen hat, vorhanden sein, weil es doch nicht rathsam erscheint, eventuell vorkommende Reparaturen in der Wetterstrecke zu einer Zeit auszuführen, in welcher der ganze Strom matter Wetter hindurchzieht. Die beiden Wetterstrecken sollen zu einander parallel laufend ausgetrieben werden und miteinander durch absperrbare Querschläge in Verbindung stehen. Dieselben müssen jedoch auch mit den von den Hauptarbeitsorten zu dem Förderschachte führenden Hauptförderstrecken mittels Uebersichbrechen verbunden sein, welche mit einer regulirbaren Oeffnung zu versehen sind, um die Verbindung der Wettercirculation zwischen dem Förderschacht und den Hauptförderstrecken mit der Strecke für die ausziehenden Wetter herzustellen.

Die Verbindung der Wettercirculation zwischen den Strecken bei den Hauptarbeitsorten und den Abbauen mit den höher gelegenen Entwetterungstrecken kann je nach Erfordernis theils durch Uebersichbrechen, theils durch Firstenbohrlöcher hergestellt werden, deren Querschnittsfläche mit der zunehmenden Entfernung von den Hauptbewetterungstrecken mit Rücksicht auf die Reibungswiderstände grösser gewählt werden muss, damit an allen Stellen der Hauptarbeitsorte eine möglichst gleichförmige Bewetterung zu erfolgen vermag.

Allerdings kann der Einwand erhoben werden, dass die Auffahrung zweier Entwetterungstrecken an Stelle einer den doppelten Kostenaufwand erfordert, welcher unter Umständen bedeutend sein kann. Dieser Einwand wird jedoch sowohl bei Braunkohlenflötzen fester Beschaffenheit in Ansehung der zu Gebote stehenden technischen Hilfsmittel zur billigen und raschen Herstellung von Strecken als auch bei Braunkohlenflötzen sehr milder Beschaffenheit hinfällig.

Unter den zu Gebote stehenden technischen Hilfsmitteln nimmt die Stanley'sche Streckenbohrmaschine in jeder Beziehung den ersten Rang ein.

Ich habe im Jahre 1888 Gelegenheit gehabt, die Leistung der Stanley'schen Streckenbohrmaschine im Steinkohlenwerke zu Nuneaton in England zu erheben. In einer Steinkohle, deren Härte alle Steinkohlen Böhmens bei Weitem übertrifft, hat diese Streckenbohrmaschine (einschliesslich des Zeitaufwandes zur Beseitigung der erbohrten Kohle durch Menschenkraft) binnen 40 Minuten 0.9 Meter Strecke von 1.828 Meter (2 Yard) Diameter erbohrt, worauf dieselbe wieder dem Ortsstoss um 0.9 Meter näher gerückt werden musste. Wird der zu letzterem Zwecke erforderliche Zeitaufwand mit durchschnittlich 15 Minuten bemessen, so resultirt, dass zur Erbohrung einer Streckenlänge von 0.9 Metern 55 Minuten und zu der Erbohrung eines Meters Streckenlänge eine Stunde Zeit nöthig war, während durch Menschenkraft in gleicher Zeit kaum der siebente Theil dieser Leistung erreicht worden wäre.

Aehnlich wird die Leistung der Stanley'schen Streckenbohrmaschine in Braunkohlenflötzen fester Beschaffenheit, geringer in milder Braunkohle ausfallen.

In Böhmen wurde im Jahre 1890 die Stanley'sche Streckenbohrmaschine zuerst auf der Nelson-Colliery bei Ossegg in einer Braunkohle milder Beschaffenheit angewendet und mit derselben binnen 24 Stunden (von aussergewöhnlichen, nicht durch die Bohrarbeit bewirkten Betriebsstörungen abgesehen) durchschnittlich 7 Meter Streckenlänge mit 2 Meter Diameter erbohrt. Obzwar diese Leistung bereits dreimal so gross ist als bei der durch Menschenkraft bewerkstelligten Streckenauffahrung, so vermag ich dennoch auf Grund des genommenen Augenscheins die Erklärung abzugeben, dass diese Leistung mindestens um fünfzig Percent grösser hätte ausfallen können, wenn die Bohrarbeit daselbst nicht durch

allerlei Umstände behindert gewesen wäre, deren Beseitigung gar keinem Anstande unterlegen hat.

Wenn ich nun gegenüber der Streckenauffahrung durch Menschenkraft blos die dreifache Leistung der Stanley'schen Streckenbohrmaschine in Anschlag bringe, so resultirt daraus, dass die Kosten der Herstellung zweier Entwetterungsstrecken an Stelle der üblichen einen Entwetterungsstrecke bei Anwendung der Streckenbohrmaschine verhältnismässig geringe sein werden, weshalb auch der Eingangs angeführte mögliche Einwand hinfällig wird.

In Braunkohlenflötzen äusserst milder Beschaffenheit sind die Kosten der Streckenauffahrung an und für sich sehr gering, und wäre blos der Umstand zu beachten, dass die Braunkohle in Wetterstrecken der Verwitterung leichter neigt, welchem Uebelstande wieder durch die bereits erwähnte Versicherung der Streckenulme vermittels Mörtelverputz oder Ziegelverkleidung begegnet werden kann.

Mit Rücksicht auf die grosse Leistung der Streckenbohrmaschine und in Erwägung des Umstandes, dass bei Verwendung derselben eine grosse Zeitersparnis bewirkt wird, kann ich, wenn sich auch vermeintliche Schwierigkeiten ihrer Anwendung entgegenstellen sollten, nicht genug anempfehlen, letztere zu ergründen und zu bekämpfen.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Balling, Karl

Ueber das zur Ventilation von Grubenbauen erforderliche Luftquantum im
Allgemeinen und in Braunkohlengrubenbauen des nordwestböhmischen
Braunkohlenbeckens von Besonderen

Teplitz 1891

Pol.civ. 8 xk

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11883503-8